



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

AIRA ASUMANIEMI

S2010-SÄHKÖNIMIKKEISTÖN MUKAISTEN SÄHKÖTEKNISTEN  
JÄRJESTELMIEN ENERGIANKULUTUS JA ENERGIANSAÄSTÖ-  
MAHDOLLISUUDET

Diplomityö

Tarkastaja: professori Seppo  
Valkealahti  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta-  
neuvoston kokouksessa 9. lokakuuta  
2013

## TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Sähkötekniikan koulutusohjelma

**ASUMANIEMI, AIRA:** S2010-sähkönimikkeistön mukaisten sähkötekniisten järjestelmien energiankulutus ja energiansäästömahdollisuudet

Diplomityö, 111 sivua, 17 liitesivua

Tammikuu 2015

Pääaine: Sähköverkot ja -markkinat

Tarkastaja: professori Seppo Valkealahti

Avainsanat: S2010-sähkönimikkeistö, sähkötekniinen järjestelmä, sähkölaite, sähkönkulutus, teho, käyttöaika

Energian kulutuksen kasvu on jo pitkään ollut merkittävä keskustelunaihe ympäri maapalloa. Myös sähkönkulutuksen osuus on kasvanut huomattavasti tämän vuosituhannen aikana. Samanlainen energian ja sähkönkulutuksen kasvuilmiö on nähtävillä myös Suomessa. Energian kulutuksen kasvun seurauksena on kehitetty ja julkaistu koko maailmaa koskevia asetuksia, lakeja ja sopimuksia, jotka rajoittaisivat energian kulutuksen kasvua ja takaisi sen, että maapallon energiavaroja riittäisi myös seuraaville sukupolville.

Työssä tutkittiin S2010-sähkönimikkeistön eri sähköä kuluttavien sähkötekniisten järjestelmien ja niihin liittyvien sähkölaitteiden sähkönkulutuksia. Lisäksi jokaiselle sähköä kuluttavalle sähköjärjestelmälle tai -laitteelle merkittiin järjestelmän tai laitteen oletettu käyttöaika kiinteistössä. Näiden tietojen kautta saatiin työn tuloksena liitteenä 2 julkaistu taulukko, jonka avulla pystytään selvittämään eri kiinteistöjen yksittäisten sähkötekniisten järjestelmien sähkönkulutukset sekä lisäksi koko kiinteistön sähkönkulutus. Tuloksena saatua taulukkoa pystytään hyödyntämään jo kiinteistön suunnitteluvaiheessa, jonka avulla saadaan selvitettyä, paljonko rakennettava kiinteistö tulee sähköä suunnilleen kuluttamaan.

Sähkötekniisten järjestelmien sähkönkulutustiedot ja sähkölaitteiden tehot saatiin suurimmaksi osaksi eri laitevalmistajien antamien laitetietojen perusteella suoraan tai niiden avulla laskemalla. Lisäksi muutamien järjestelmien ja laitteiden kulutusten selvittämiseen tehtiin mittauksia. Käyttöajat sähköjärjestelmille ja -laitteille saatiin suurimmaksi osaksi olettamalla tai eri laitevalmistajien tietoja hyödyntämällä sekä muista lähteistä.

Työn lopuksi hyödynnettiin tuloksena saatua liitteen 2 taulukkoa ja selvitettiin kahden kuvitteellisen kiinteistön sähkötekniisten järjestelmien sähkönkulutukset. Lisäksi saatuja järjestelmien kulutuksia verrattiin näiden kiinteistöjen koko sähkönkulutukseen, jonka avulla saatiin selville, mitkä järjestelmät kiinteistöissä sähköä eniten kuluttavat.

## ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Degree Programme in Electrical Engineering

ASUMANIEMI, AIRA: Energy consumption and energy saving possibilities of electro technical systems in S2010-title list for electrical engineering

Master of Science Thesis, 111 pages, 17 Appendix pages

January 2015

Major: Power systems and market

Examiner: Professor Seppo Valkealahti

Keywords: S2010-title list for electrical engineering, electro technical systems, electric energy, electric energy consumption, power, operating time

Increase in energy consumption has been an important part of global discussion for a long time now. The electric energy consumption has also increased remarkably during this millennium. The same kind of growth phenomenon related to increased energy and electric energy consumption can also be seen in Finland. As a result globally binding decrees, laws and agreements have been developed and implemented in order to reduce energy consumption and to ensure that energy resources will last for future generations as well.

In this Master of Science thesis the subject of research was the electric energy consumption of the S2010- title list for electrical engineering and related electrical devices. In addition the supposed operating times for all power consuming electro systems and electrical devices in a property were noted. The results of this research were achieved by using this information and are presented in the spreadsheet included in Appendix 2. The spreadsheet can be used for different kind of properties in order to determine the electric power consumption of individual electro system as well as the consumption of the entire property. The spreadsheet can even be exploited in the construction phase of the property in order to assess the estimated energy consumption of the finished property.

The data related to electric power consumption of electro technical systems and electrical devices was gathered mainly from data sheets provided by different device manufacturers, either directly or by using the sheets for support in making calculations. In addition measurements were made in order to assess the power consumption of some of the systems and devices. The operating times for electro systems and electrical devices were received mainly by drawing conclusions or by making use of different kind of data received from device manufacturers or from other sources.

Lastly the results gained from consumption spreadsheet presented in appendix 2 were utilized in order to assess the electric energy consumption of two fictional example properties electro technical systems. Furthermore the power consumption of those systems was compared with the example buildings overall electric energy consumption in order to find out which systems consume power the most.

## ALKUSANAT

Tämä työ on tehty sähkötekniikan konsultti- ja insinööritoimisto Sähkötekniikka Oy Kari Sirénille ja se käsittelee eri kiinteistöihin toteutettavien sähkötekniisten järjestelmien sähköenergian kulutuksia ja ratkaisuja siihen, että miten näitä kulutuksia pystytettiin pienentämään. Työn tarkastajana toimi Tampereen Teknilliseltä Yliopistolta professori Seppo Valkealahti ja työn ohjaajana Sähkötekniikka Oy Kari Sirénin toimitusjohtaja ja diplomi-insinööri Kari Sirén.

Haluan kiittää Kari Siréniä mahdollisuudesta toteuttaa tämä diplomityö sekä hyvästä ohjauksesta. Haluan myös kiittää työn tarkastajaa Seppo Valkealahtea. Lisäksi haluan kiittää kaikkia työkavereitani kärsivällisyydestänne ja avustanne, jonka olen tähänastisella työurallani ja tämän työn aikaansaamiseksi teiltä saanut.

Kiitos myös perheelleni ja hyvälle ystäville, jotka ovat jaksaneet kannustaa minua koko tämän diplomityön ja opiskelujeni suorittamisen ajan. Iso kiitos kuuluu avomiehelleni, kihlatulleni Jannelle, joka on jaksanut kannustaa ja auttaa minua koko tämän prosessin ajan. Kiitos myös isoveljelleni Artolle avustasi ja siitä, että olen saanut kasvaa ja viettää paljon hauskoja hetkiä kanssasi. Suurin kiitos kuuluu kuitenkin vanhemmilleni. Kiitos äiti kaikesta siitä ajastasi, minkä olet urheiluharrastukseni takia itseltäsi joutunut uhraamaan. Kiitos isä kaikesta siitä avusta ja ajastasi, jonka olet minulle läksyjenteossa antanut koko opiskelu-urani aikana ala-asteen ensimmäiseltä tähän päivään asti. Ilman tuota apua en olisi koskaan pystynyt tähän.

Tampereella 1.1.2015

Aira Asumaniemi

## SISÄLLYS

1	Johdanto .....	1
2	Energiankulutus Suomessa.....	3
2.1	Energiankulutuksen lait ja tavoitteet.....	4
3	Sähkönkulutus ja käyttö Suomessa .....	6
3.1	Kiinteistöjen sähkönkulutus .....	7
3.1.1	Kiinteistöjen sähkökuormat.....	8
4	Mittaukset ja sähkönkulutuksien laskenta.....	11
4.1	Sähkönkulutuksien laskeminen.....	11
4.1.1	Sähkölaitteiden sähkönkulutuksen laskeminen .....	11
4.1.2	Valaistuksen sähkönkulutuksen laskeminen .....	13
4.1.3	Sähköjärjestelmien sähkönkulutuksen laskeminen .....	14
4.2	Mittaukset.....	15
4.2.1	Sähkönkulutusmittari PM300 .....	15
4.2.2	Yleismittari FLUKE 289 .....	16
5	Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät .....	17
5.1	S1 Asennus- ja apujärjestelmät .....	17
5.2	S2 Sähkönjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset.....	18
5.2.1	S21 Sähköenergian tuotanto ja liittäminen.....	19
5.2.2	S22 Sähköenergian pääjakelu .....	19
5.2.3	S23 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys .....	20
5.2.4	S24 Sähköliitännäsjärjestelmät .....	21
5.2.5	S25 Valaistusjärjestelmät .....	25
5.2.6	S26 Sähkölämmitysjärjestelmät .....	27
5.3	S3 Tuotantolaitteiden sähkönjakelu ja sähköistys.....	31
5.3.1	S31 Tuotantolaitteiden sähköenergian liittäminen ja tuotanto .....	31
5.3.2	S32 Tuotantolaitteiden sähköenergian pääjakelu .....	32
5.3.3	S33 Tuotantolaitteiden sähköistys .....	32
5.3.4	S34 Tuotantolaitteiden sähköliitännäsjärjestelmät .....	32
5.3.5	S35 Tuotannolliset valaistukset.....	33
5.3.6	S36 Tuotannolliset lämmitykset .....	33
5.4	S4 Varavoimajärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset .....	33
5.4.1	S41 Varavoiman tuotanto .....	33
5.4.2	S42 Varavoiman pääjakelu .....	34
5.4.3	S43 Varavoimaan liitettyjen laitteiden ja laitteistojen sähköistys .....	34
5.4.4	S44 Varavoimaan liitetyt sähköliitännäsjärjestelmät.....	34
5.4.5	S45 Varavoimaan liitetyt valaistusjärjestelmät .....	34
5.4.6	S46 Varavoimaan liitetyt lämmitysjärjestelmät .....	35
5.5	S5 UPS-jakelujärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset.....	35
5.5.1	S51 UPS-jakelun tuotantojärjestelmät ja -laitteistot.....	35
5.5.2	S52 UPS-pääjakelu .....	36
5.5.3	S53 UPS-jakeluun liitettyjen laitteiden sähköistys.....	36

5.5.4	S54 UPS-jakeluun liitetyt sähköliitännäjäjärjestelmät .....	37
5.5.5	S55 UPS-jakeluun liitetyt valaistusjärjestelmät .....	37
5.6	S6 Turvavalaistusjärjestelmä .....	37
5.6.1	S61 Poistumisvalaistus .....	37
5.6.2	S62 Varavalaistus .....	38
5.6.3	S63 Hätävalaistus .....	39
5.7	S7 Muut järjestelmät .....	39
6	Tietotekniset järjestelmät .....	40
6.1	T1 Tietoverkko- ja viestintäjärjestelmät .....	40
6.2	T2 Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät .....	43
6.3	T3 Merkinanto- ja kutsujärjestelmät .....	46
6.4	T4 Tiedotus- ja näyttöjärjestelmät .....	50
6.5	T5 Tila- ja henkilöturvallisuusjärjestelmät .....	52
6.6	T6 Paloturvallisuusjärjestelmät .....	56
6.7	T7 Viranomaisjärjestelmät .....	61
6.8	T8 Automaatio- ja mittausjärjestelmät .....	62
7	Järjestelmien sähkönkulutukset .....	64
7.1	Sähkönjakelu .....	64
7.1.1	Pääjakelujärjestelmän sähkökeskusten tehot .....	65
7.1.2	Sähkönjakelun sähkönkulutukset .....	67
7.2	Valaistus .....	70
7.2.1	Sisävalaistus .....	70
7.2.2	Ulkovalaistus .....	72
7.2.3	Muut valaistukset .....	74
7.3	Sähkölämmitykset .....	76
7.4	Kiinteistön laitteet ja laitteistot .....	78
7.5	LVI-laitteet ja -laitteistot .....	79
7.5.1	LVI-sähkökeskusten tehot .....	79
7.5.2	LVI-laitteiden ja laitteistojen sähkönkulutukset .....	81
7.6	Tietojärjestelmät .....	82
7.6.1	Verkko- ja viestintäjärjestelmät .....	82
7.6.2	Merkinanto- ja kutsujärjestelmät .....	84
7.6.3	Tiedotusjärjestelmät .....	88
7.7	Rakennusautomaatiojärjestelmä .....	89
7.8	Turvallisuusjärjestelmät .....	90
7.9	Kuvanesitys- ja äänijärjestelmät .....	96
8	Esimerkkikohteet .....	99
8.1	Liike- ja toimistokiinteistö .....	99
8.2	Asuinkerrostalokiinteistö .....	101
9	Yhteenveto .....	104
	Lähteet .....	106
	Liite 1: S2010-sähkönimikkeistö .....	112

Liite 2: S2010-sähkönimikkeistön sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat .....	115
Liite 3: Liike- ja toimistokiinteistön sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat.....	123
Liite 4: Asuinkerrostalokiinteistön sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat.....	126

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

Energiatehokas sähkölaite	sähkölaite, joka kuluttaa mahdollisimman vähän teho
RMS	neliöllinen keskiarvo, jonka avulla saadaan laskettua virran tai jännitteen tehollisarvo (engl. Root-Mean-Square)
$\beta$	alenemakerroin
$\varphi$	vaihe-ero
$\eta$	hyötysuhde
$\eta_v$	valaistuksen hyötysuhde
$\eta_\Phi$	valonlähteiden (lamppujen) valotehokkuus
$\cos\varphi$	tehokerroin
$A_{\text{tila}}$	valaistun tilan pinta-ala
$E$	valaistusvoimakkuus
$E_{\text{järj, vuosi}}$	sähköjärjestelmän sähkönkulutus vuodessa
$E_{\text{laite}}$	sähköjärjestelmään kuuluvan sähkölaitteen teho
$E_{\text{laite, kaikki, vuosi}}$	kaikkien samanlaisten sähköjärjestelmään kuuluvien sähkölaitteiden sähkönkulutus vuodessa
$E_{\text{laite, vuosi}}$	sähköjärjestelmään kuuluvan yhden sähkölaitteen sähkönkulutus vuodessa
$f$	valaistuksen ohjauskerroin
$I$	vaihtovirta
$I_{\text{DC}}$	tasavirta
$I_{\text{johdin}}$	johtimen läpikulkeva kuormitusvirta
$I_{\text{n, kes}}$	sähkökeskuksen nimellisvirta
$I_{\text{n, kes, lvi}}$	LVI-sähkökeskuksen nimellisvirta
$I_{\text{n, spk}}$	sähköpääkeskuksen nimellisvirta
$P_{\text{DC}}$	pätöteho (tasasähkö)
$P_{\text{in}}$	sähkölaitteeseen tuleva sähköteho
$P_{\text{johdin}}$	johtimen pätötehohäviö
$P_{\text{kes}}$	sähkökeskuksen teho
$P_{\text{lvi, kes}}$	LVI-sähkökeskuksen teho
$P_{\text{out}}$	sähkölaitteesta ulostuleva sähköteho
$P_{\text{spk}}$	sähköpääkeskuksen teho
$P_{\text{valaistus}}$	tilan sisävalaistuksen teho pinta-alayksikköä kohden
$Q$	loisteho
$S$	näennäisteho
$t_{\text{laite}}$	sähköjärjestelmään kuuluvan sähkölaitteen käyttöaika vuodessa
$t_{\text{valaistus}}$	sisävalaistuksen käyttöaika
$U$	pääjännite
$U_{\text{DC}}$	tasajännite



$U_v$	vaihejännite
$W_{\text{valaistus}}$	tilan sisävalaistuksen sähkönkulutus
$X$	sähkölaitteiden lukumäärä
$Z$	impedanssi
$Z_{\text{johdin}}$	johtimen impedanssi

# 1 JOHDANTO

Maapallon energiavarojen riittävyys ja suuri sekä kasvava energiankulutus ovat jo pitkään puhuttaneet maailmanlaajuisesti. Energian kokonaiskulutuksen kasvuun on vaikuttanut myös sähkönkulutus ja käyttö. Muun maailman tavoin myös Suomen energian kokonaiskulutus ja sähkönkulutus on kasvanut vuosien aikana. Vaikka viime vuosien huono taloudellinen tilanne on hieman rajoittanut energian kokonaiskulutuksen kasvua, on energiankulutus silti hyvin korkea. Tämän seurauksena energiankulutuksen kasvun pienentämiseksi onkin kehitetty paljon erilaisia koko maailmaa koskevia asetuksia, sopimuksia ja lakeja. Näiden (asetusten, sopimusten ja lakien) avulla pyritään rajoittamaan maailman energiankulutusta ja takaamaan se, että energiaa riittäisi myös tulevaisuudessa.

Tämän diplomityön tarkoituksena on selvittää, kuinka paljon sähkötekniset järjestelmät ja niiden sähkölaitteet kuluttavat sähköä Suomessa. Lisäksi mietitään ratkaisuja, miten eri sähköjärjestelmien ja niiden sähkölaitteiden sähkönkulutusta saataisiin pienennettyä. Työssä kehitetään myös laskentataulukko (liite 2), jonka avulla voidaan selvittää eri kiinteistöjen sähköjärjestelmien sähkönkulutukset. Tätä liitteen 2 laskentataulukkoa ja työssä saatuja ratkaisuja sähkönkulutuksen pienentämiseksi voidaan hyödyntää esimerkiksi jo sähkösuunnitteluvaiheessa, jonka avulla saadaan suunniteltua mahdollisimman vähän sähköä kuluttava kiinteistö.

Työn ensimmäiset luvut 2 ja 3 sisältävät työn teoriaosuuden. Näissä luvuissa käsitellään Suomen tämän hetkiset energian kokonaiskulutuksen ja sähkönkulutuksen suuruudet sekä niiden kehittymistä viime vuosien aikana. Lisäksi luvussa 2 esitellään erilaisia kansainvälisiä ja kansallisia asetuksia, sopimuksia ja lakeja, jotka on laadittu takaamaan maailman energiankulutuksen pieneneminen.

Luvussa 4 on esitelty työssä käytettävät mittaukset, mittauslaitteistot sekä tarvittavat laskentakaavat. Näiden avulla saadaan selvitettyä eri sähkötekniisten järjestelmien ja niihin kuuluvien sähkölaitteiden sähkönkulutukset.

Työn ensimmäisessä ja toisessa pääluvussa 5 ja 6 käsitellään sähkötietokorttina ST 70.12 julkaistua ja työn liitteenä 1 olevaa S2010-sähkönimikkeistöä. Luvuissa esitellään sähkönimikkeistön sisältyvät järjestelmät ja niihin kuuluvat sähkölaitteet ja -laitteistot sekä osat. Jokaisesta sähköjärjestelmästä selvitetään myös kuluttavatko ne sähköä ja jos kuluttavat, niin mitkä järjestelmän sähkölaitteet sähköä kuluttavat ja pystytäänkö tätä kulutusta selvittämään ilman lisätietoa esimerkiksi kiinteistön käyttäjästä.

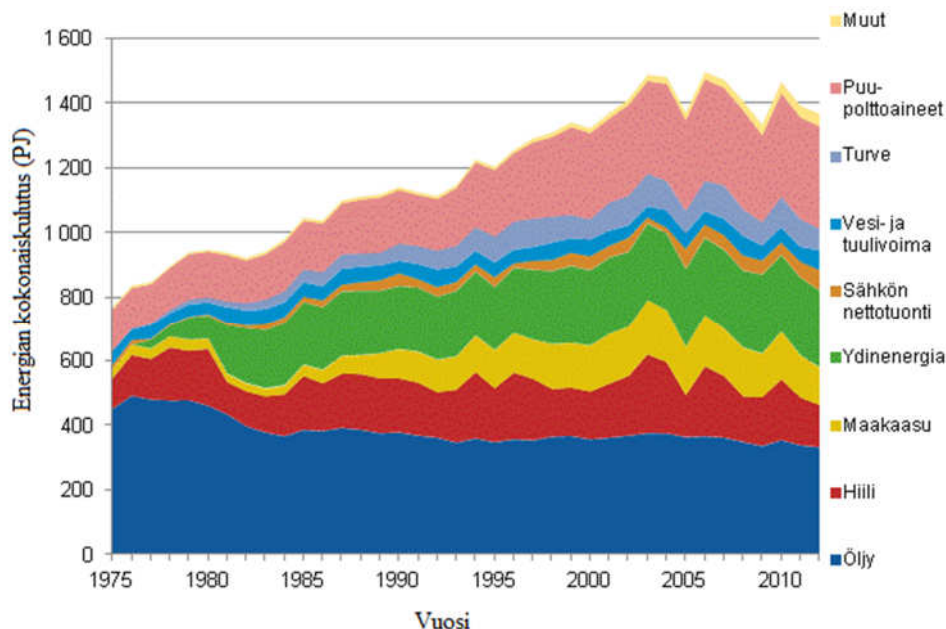
Työn kolmannessa pääluvussa, luvussa 7, selvitetään eri edellä mainittuun sähkönimikkeistöön kuuluvien sähköjärjestelmien ja niihin kuuluvien sähkölaitteiden sähkönkulutukset. Tarkastelu tehdään siten, että tutkitaan sähkönkulutuksia joko eri laite-

valmistajien antamien sähkölaitteiden tehotietojen avulla tai mittaamalla sekä laskemalla luvussa 4 esitettyjen kaavoja ja mittareita käyttäen. Lisäksi jokaiselle sähköä kuluttavalle sähköjärjestelmän sähkölaitteelle määritetään käyttöaika vuodessa. Saadut sähköjärjestelmien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat kirjataan liitteenä 2 olevaan taulukkoon. Lopuksi pohditaan, miten edellä saatuja sähköjärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutuksia ja käyttöaikoja saataisiin pieneneväksi.

Luvussa 8 hyödynnetään luvussa 7 saatuja ja liitteeseen 2 koottuja tuloksia ja tehdään näiden perusteella esimerkkilaskennat liike- ja toimistokiinteistön sekä asuinkerrostalo- ja kiinteistön sähkönkulutuksista. Esimerkkilaskentaan valitaan tyypillisesti näissä kiinteistöissä käytettävät S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmät lukuun ottamatta luvussa 5 ja 6 tehtyjä rajoituksia. Saadut laskentatulokset kirjataan liitteisiin 3 ja 4. Lopuksi luvussa 9 tehdään yhteenveto työssä saaduista havainnoista ja tuloksista.

## 2 ENERGIANKULUTUS SUOMESSA

Maapallon energiankulutuksen kasvu sekä energiavarojen riittävyys on aikaansaanut viime vuosien aikana paljon keskustelua ympäri maailmaa. Tämän seurauksena myös Suomen energiankulutusta on tarkkailtu tiiviisti ja mietitty eri vaihtoehtoja sen laske-  
miseksi. Kuvassa 2.1. on esitetty Suomen energian kokonaiskulutus vuosien 1975–2012 aikana. Kuvasta 2.1. nähdään, että energiankulutus on noussut selvästi 1990 -luvun ja 2000 -luvun aikana.



**Kuva 2.1.** Suomen energian kokonaiskulutus vuosien 1975–2012 aikana. [1]

Tarkastellessa kuvan 2.1. energian kokonaiskulutusta viimeisten kuuden vuoden ajalta huomataan, että vuosien 2007–2012 aikana Suomen energiankulutuksessa on tapahtunut sekä nousuja että laskuja. Vuoden 2007 jälkeen energiankulutus laski aina vuoteen 2009 saakka. Suurimpana syynä tähän laskuun voidaan pitää näiden vuosien aikana ollutta maailman huonoa taloustilannetta.

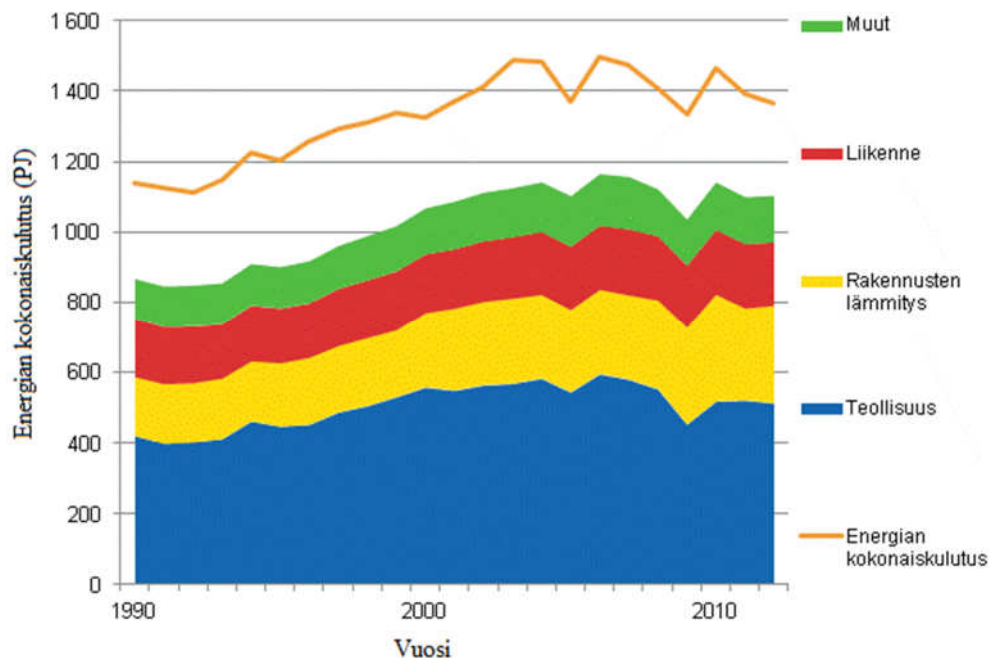
Vuonna 2010 energian kokonaiskulutus kääntyi jälleen nousuun. Kasvun syynä voidaan pitää maailman taloudellisen tilanteen paranemista ja teollistuotannon elpymistä vuoden 2009 tilanteesta. Erityisesti kulutuksen nousuun vaikuttivat energiavaltaisen teollisuuden eli metsä-, kemian- ja metalliteollisuuden tuotannon kasvu. [2]

Vuonna 2011 Suomen energian kokonaiskulutus laski vuoteen 2010 verrattuna, mutta jäi kuitenkin suuremmaksi kuin vuoden 2009 energian kokonaiskulutus. Energian kokonaiskulutuksen laskuun vaikuttivat muun muassa teollisuudessa tapahtunut tuotan-

non lasku sekä loppuvuoden lämmin sää, jonka seurauksena kiinteistöjen lämmitystarve pieneni. [3; 4]

Vaikka vuonna 2012 kiinteistöjen lämmitysenergian käyttö kasvoi, ei Suomen energian kokonaiskulutus kuitenkaan kasvanut, vaan se jatkoi vuonna 2011 alkanutta linjaa, energiankulutuksen laskua. Vuoden 2012 energiankulutus jäi kuitenkin edelleen vuoden 2009 alhaisesta tuloksesta. Vuoden 2012 energian kokonaiskulutuksen laskua edisti muun muassa liikenteen ja teollisuuden energiankulutuksen pieneneminen. [1]

Kun energian kokonaiskulutuksesta vähennetään energian siirto- ja muuntohäviöt, saadaan selville energian loppukäytön kulutuksen suuruus. Energian loppukäyttö sisältää siis energian lopputuotteiden: sähkön, kaukolämmön, rakennusten lämmitykseen käytettyjen polttoaineiden ja teollisuuden prosessipolttoaineiden kulutuksen. [5] Kuvassa 2.2. on esitetty Suomen energian kokonaiskulutus ja loppukäyttö vuosien 1990–2012 ajalta.



**Kuva 2.2.** Suomen energian kokonaiskulutus ja loppukäytöt vuosien 1990–2012 aikana. [1]

Kuvan 2.2. perusteella voidaan todeta, että Suomen energian loppukäytön suuruus on noin 300 petajoulea (PJ) pienempi verrattuna energian kokonaiskulutukseen. Kuvan 2.2 energian loppukäytöt on jaettu neljään eri sektoriin: teollisuus, liikenne, rakennusten lämmitys ja muut. Kuvasta 2.2 havaitaan, että suurin osa Suomen energiasta kulutetaan teollisuudessa, mutta myös rakennusten lämmitykseen kuluu paljon energiaa.

## 2.1 Energiankulutuksen lait ja tavoitteet

Energiankulutuksen pienentämiseksi on kehitelty erilaisia direktiivejä, sääntöjä sekä tavoitteita. Euroopan unionin kaikkia jäsenmaita koskeva velvoite kasvihuonekaasujen

päästöjen vähentämiseksi on tausta tiukoille energiantehokkuusvaatimuksille. Velvoitteen mukaan kasvihuonekaasujen päästöjä tulee vähentää 20 % vuoden 1990 kasvihuonekaasujen päästöjen suuruuteen verrattuna. Tämä vähennys tulee tapahtua vuoteen 2020 mennessä. [6]

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi energian loppukäytön tehokkuudesta ja energiapalveluista (2006/32/EY) asettaa jäsenvaltioille 9 % kansallisen ohjeellisen energiansäästön kokonaistavoitteen vuodelle 2016. Direktiiviä kutsutaan myös energiapalveludirektiiviksi ja sen säästövelvoite koskee kaikkia energiankäyttäjiä lukuun ottamatta lentoliikennettä, merenkulkua ja päästökaupan piiriin kuuluvia teollisuuden toimipaikkoja. [6; 7]

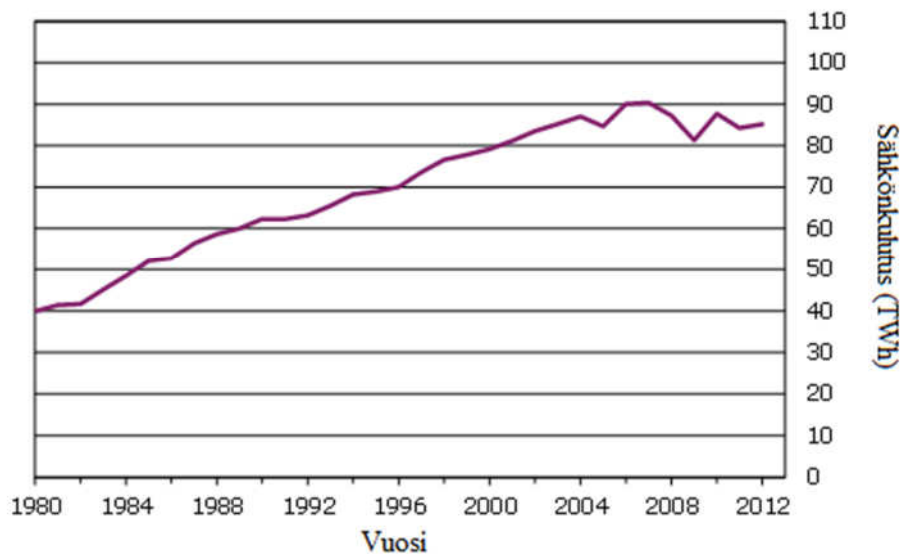
Vuonna 2010 uusittu rakennusten energiantehokkuusdirektiivi (2010/31/EU) määrittää puitteen rakennusten energiatehokkuuden parantamiselle ja määrittämiselle Euroopan unionin jäsenmaissa. Direktiivin mukaan energiatehokkuutta on edistettävä uudisrakentamisessa sekä jo olemassa olevassa rakennuskannassa. Uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia vuoden 2020 loppuun mennessä. Julkisia rakennuksia vaatimus koskee jo vuoden 2019 alusta. Lisäksi korjausrakentamiselle on direktiivin mukaan asetettava kansalliset energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset. [6; 7]

Tuotteiden energiatehokkuutta säädetään Euroopan unionissa myös kahdella puitedirektiivillä, joita ovat ecodesign-direktiivi (2009/125/EY) ja energiamerkintädirektiivi (2010/30/EU). Ecodesign-direktiivin perusteella tuotteille asetetaan ekologiset suunnitteluvaatimukset, joiden täytyttyä tuotetta saa tuoda Euroopan unionin alueelle. Energiamerkintädirektiivin avulla säädetään tuotteeseen kiinnitettävästä energiamerkinnästä, joka helpottaa loppukäyttäjää valitsemaan mahdollisemman energiatehokkaan tuotteen. Energiamerkintävaatimus on asetettu muun muassa seuraaville tuoteryhmille: kodinkoneet, lamput, sähköuunit, ilmastointilaitteet ja televisiot. Suomessa edellä mainitut direktiivit ovat pantu täytäntöön vuoden 2009 alussa voimaan tulleen ekosuunnittelulain seurauksena. [6; 7]

Koska rakennussektorilla on merkittävä vaikutus Suomen energiankulutukseen ja se aiheuttaa myös suuren osan Suomen kasvihuonepäästöistä, on vuonna 2012 otettu käyttöön rakennusten energiatehokkuutta koskevat uudet rakentamismääräykset. Vuoden 2012 heinäkuun jälkeen siirryttiin uudisrakentamisessa kokonaisenergiatarkasteluun, jolloin rakennuksen kokonaisenergiankulutukselle määrättiin rakennustyyppikohtainen yläraja. Tämä ilmaistaan rakennuksen E-luvun avulla, joka on energiamuotojen kertomilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergian laskennallinen kulutus lämmitettyä nettoalaa kohden. [8] Tällä rakentamismääräysten uudistuksella ohjataan sekä energiansäästöön että päästöjen vähentämiseen. Määräysten tiukennus tarkoittaa keskimäärin 20 %:in parannusta verrattuna vanhojen määräysten vaatimaan energiantehokkuuteen.[6]

### 3 SÄHKÖNKULUTUS JA KÄYTTÖ SUOMESSA

Suomen suuren energian kokonaiskulutuksen seurauksena Suomen sähkönkulutus on myös hyvin iso, jota yritetään energian kokonaiskulutuksen tapaan saada laskemaan. Kuvassa 3.1. on esitetty Suomen sähkönkulutus vuosien 1980–2012 aikana.



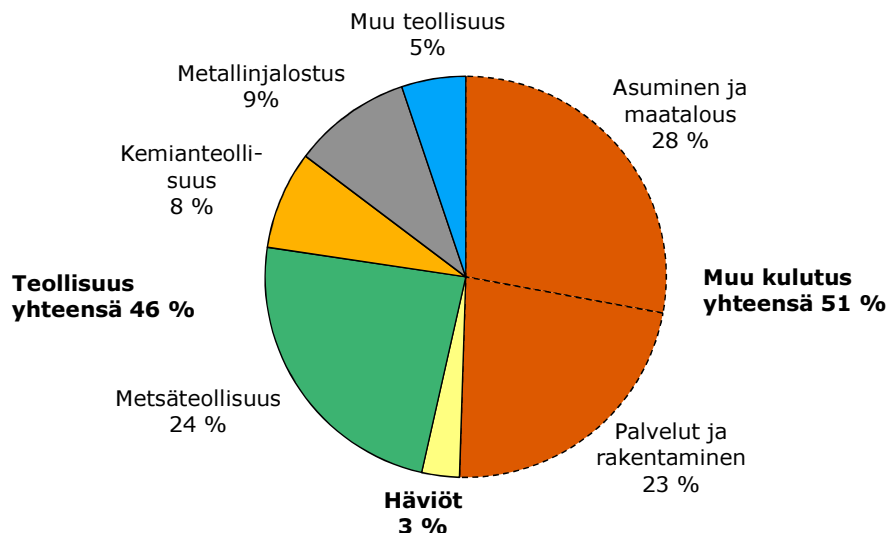
**Kuva 3.1.** Suomen sähkönkulutus vuosien 1980–2012 aikana. [9]

Kuvan 3.1. perusteella voidaan todeta, että Suomen sähkönkulutus on kasvanut tasaisesti aina vuoteen 2005 saakka, jolloin tapahtui pieni kulutuksen lasku. Sähkön kulutuksen huippu saavutettiin kuitenkin vuonna 2007. Tämän jälkeen kulutus on laskenut 2000 -luvun alun lukemiin. Vuosien 2008–2010 aikana tapahtunut sähkönkulutuksen lasku voidaan suoraan rinnastaa Euroopan sekä koko maailman talousvaikeuksiin. Vuoden 2011 pieni sähkönkulutuksen pieneneminen on seurausta Suomen teollisuuden viennin laskemisesta sekä loppuvuoden lämpimästä säästä.

Vuonna 2012 sähkönkulutus kääntyi lievään nousuun kylmän loppuvuoden sekä teollisuustuotannon pienen elpymisen seurauksena. Sähkönkulutus nousi noin 85,2 terawattituntiin (TWh), joka on kuitenkin vähemmän kuin vuonna 2007, jolloin sähkön kulutus nousi ennätyselliseen noin 90 terawattituntiin (TWh). [9] Vuonna 2009 julkaistiin Energiateollisuuden ja Elinkeinoelämän keskusliiton tekemä julkaisu, jossa arvioitiin Suomen sähkön kysyntää vuonna 2030. Tämän perusteella Suomen sähkönkulutus tulisi vuonna 2030 olemaan yli 100 terawattituntia (TWh). Julkaisun perusteella Suomen sähkönkulutus ylittäisi 100 terawattitunnin (TWh) rajan jo vuonna 2020. Kyseinen tulos on

kuitenkin vain arvio, joka voi muuttua esimerkiksi maailman taloudellisen tilanteen ja poliittisten päätösten sekä kansainvälisen ilmastopoliitiikan vaikutuksesta. [10]

Suomen sähkönkulutus voidaan jakaa kolmeen pääsektoriin teollisuus, muu kulutus ja häviöt. Teollisuus voidaan edelleen jakaa neljään pienempään sektoriin ja muu kulutus kahteen pienempään sektoriin. Kuvassa 3.2. on esitetty Suomen sähkönkulutus vuonna 2012 edellä mainittuihin sektoreihin jaettuna.



**Kuva 3.2.** Suomen sähkönkulutus sektoreittain vuonna 2012. [9]

Suomen sähkönkulutuksessa merkittävin osuus vuonna 2012 oli muulla kulutuksella: asumisella ja maataloudella sekä palveluilla ja rakentamisella. Viime vuosien aikana teollisuuden sähkönkulutuksella on ollut merkittävin osuus Suomen sähkönkulutuksessa, mutta vuonna 2012 jäi se kuitenkin pienemmäksi kuin muu sähkönkulutus. Syynä tähän voidaan pitää huonoa vientiä ja tuotantoa. Vuosien aikana on teollisuuden ja muun kulutuksen ero pienentynyt kuitenkin vuosi vuodelta, joten vuoden 2012 muutosta ei voida pitää yllätyksenä.

Kiinteistöjen sähkönkulutusta ei kuvassa 3.2. ole erikseen määritetty. Kiinteistöjä on kuitenkin kaikilla sektoreilla, joten voidaan olettaa, että kaikki kuvan 3.2 sektorit sisältävät myös kiinteistöjen kuluttamaa sähköä. [11]

### 3.1 Kiinteistöjen sähkönkulutus

Kiinteistöjen energiankulutus Suomessa on noin 100 terawattituntia (TWh) vuodessa. Kiinteistöissä energiankulutus voidaan jakaa kahteen osaan: sähkönkulutukseen ja lämmönkulutukseen. Sähkönkulutuksen osuus on hieman lämpöenergian kulutusta pienempi, mutta silti merkittävä osuus kiinteistöjen energian kokonaiskulutuksesta.

Kiinteistöjen sähkönkulutukseen on monia vaikuttavia tekijöitä. Tärkeimpinä tekijöinä ovat kiinteistöjen käyttö ja sen seurauksena kiinteistöjen käyttöajat. Lisäksi vuodenaika vaikuttaa kiinteistöjen sähkönkulutukseen. Myös yhtenä tärkeänä sähkönkulu-



tukseen vaikuttajana ovat kiinteistöissä olevat sähkölaitteet ja sähkölaitteiden käyttötavat. [11]

Tarkastelemalla kiinteistöjen käyttöä ja käyttöaikoja sekä sähkönkulutustietoja saadaan selville, että suurin määrä sähköstä kuluu, kun kiinteistöjä käytetään. Asuinrakennuksissa sähkönkulutushuiput ovat arkipäivinä aamuisin ja iltaisin sekä arkipyhinä ja viikonloppuisin, kun taas toimisto- ja liikekiinteistöissä sähkönkulutushuiput asettuvat arkipäivien päiväsaikoihin. Ryhmien sisällä voi kuitenkin ilmetä hieman eroavaisuuksia, sillä sähkön käyttö ja tarve voi olla erilaista esimerkiksi maanantaina kuin perjantaina. Erilaisuus johtuu siitä, että perjantaisin toimisto- ja liikekiinteistöissä työt lopetetaan yleensä hieman aikaisemmin kuin maanantaisin. Erot ovat kuitenkin hyvin pieniä, joten ne eivät vaikuta merkittävästi sähkönkulutukseen. [11]

Vuodenajan vaikutusta sähkönkulutukseen voidaan perustella ulkoilman lämpötilalla ja päivänvalon määrällä. Sähkölämmitystä käyttävissä kiinteistöissä ulkoilman lämpötila on käänteisesti verrannollinen sähkönkulutukseen. Mitä kylmempi ulkona on, sitä enemmän sähköenergiaa kuluu kiinteistön lämmittämiseen. Myös syksyn ja talven pimeys lisäävät valaistuksen käyttöä ja sen kautta sähkönkulutus on suurempi kesän kulutukseen verrattuna. Kesällä päivän valoisa aika on myös huomattavasti syksyn ja talven valoista aikaa pidempi. [11]

Lisäksi sähkölaitteiden käyttötavat vaikuttavat sähkönkulutukseen. Erilaiset sähkölaitteet käyttäytyvät erilailla. Esimerkiksi toimistokiinteistössä yleisen tilan valaisimet ovat koko toimistojen aukioloaikojen ajan tasaisesti päällä, jolloin sen kuluttama sähkö on lähes tasaista ja se kuluttaa sähköä lähes täyden määrän kokoajan. Toimistojen kopiokoneet ovat kuitenkin suurimman osan toimistojen aukioloajoista valmiustilassa, jolloin niiden sähkönkulutus on vähäistä. Kun kopiokoneita käytetään, aiheuttavat ne kulutuspiikkejä, jolloin sähkönkulutus nousee hetkeksi, mutta laskee pian valmiustilan arvoon. Tämän seurauksena kopiokoneiden sähkönkulutus on hyvin alhaista. [11]

Näiden edellä mainittujen kiinteistöjen sähkönkulutukseen vaikuttavien tekijöiden lisäksi sähkönkulutukseen vaikuttaa myös eri henkilöiden sähkön kulutustottumukset. Tämä ilmenee esimerkiksi niin, että yksi henkilö pitää valaistusta päällä vain huoneessa ollessaan, kun toinen henkilö taas jättää valaistuksen päälle, vaikka huone olisi tyhjiälleen. Vaikka esimerkin valaistutila olisi samanlainen, niin on näiden kahden henkilön sähkönkulutuksen suuruus eri. [11]

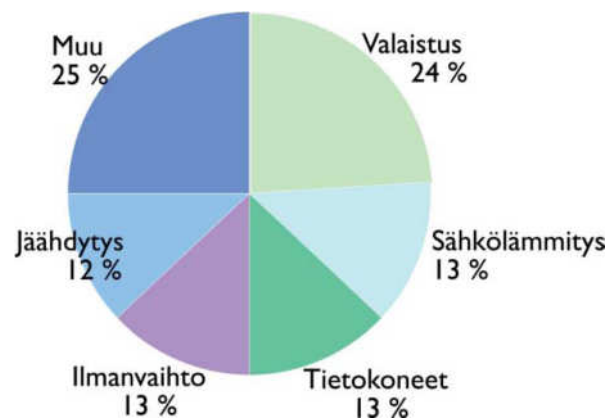
### **3.1.1 Kiinteistöjen sähkökuormat**

Kiinteistöjen suurimpien sähkökuormien selvittämiseksi on Suomessa tehty muutamia tutkimuksia. Tehdyt tutkimukset ovat kuitenkin kiinteistökohtaisia, joten tutkimuksista selviää vain tietyn kiinteistön suurimmat sähkökuormat. Nämä tutkimukset antavat kuitenkin hyvän kuvan siitä, mihin sähköä kiinteistössä kuluu ja mitkä laiteryhmittä sitä eniten kuluttavat.

Vaikka tutkimukset ovat kiinteistökohtaisia, voidaan niiden perusteella arvioida ja selvittää myös muiden kiinteistöjen sähkönkulutusta ja suurimpia sähkökuormia. Tämä voi olla kuitenkin hankalaa, koska kahta sähkön käytöltään aivan samanlaista kiinteistöä

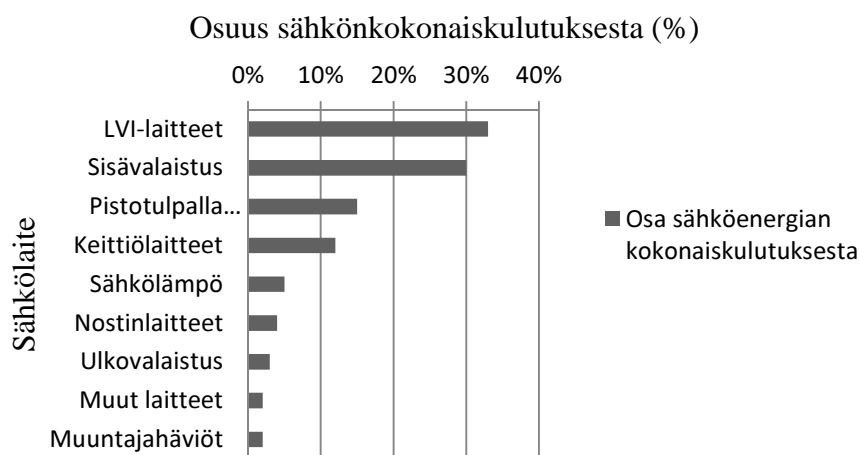
on vaikea löytää. Useiden sähköä tarvitsevien laiteryhmiä sähkönkulutus ei riipu suoraan kiinteistön tyypistä tai koosta, vaan mitoituksessa käytetään esimerkiksi laitteiden määrää tai muuta mitoitusatapaa. Myös kiinteistöjen sijainnit ja erilaiset sähkön käyttötottumukset vaikuttavat kiinteistöjen sähkönkulutukseen ja suurimpiin sähkökuormiin. [11]

Suomen Valoteknillinen seura ry:n ja Neuvottelevat sähkösuunnittelijat NSS ry:n tekemässä kalvosarjassa ”Järkevää sähkönkäyttöä” esitetty jakauma kiinteistön sähkönkulutuksesta on esitetty kuvassa 3.3. Suurimmat sähkökuormat ovat valaistus ja LVI-laitteet (jäähdytys, ilmanvaihto). Nämä laiteryhvät kuluttavat yhdessä lähes puolet kiinteistön sähköstä. Lisäksi myös muiden sähkölaitteiden sähkönkulutus on huomattavaa. [11; 12]



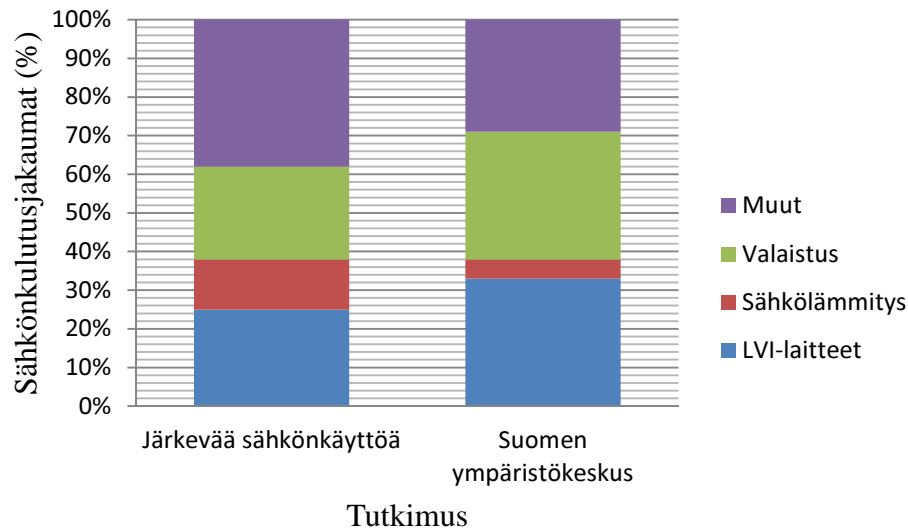
**Kuva 3.3.** Esimerkijakauma kiinteistön sähkönkulutuksesta kalvosarjassa ”Järkevää sähkönkäyttöä”. [12]

Kuvassa 3.4. on esitetty Suomen ympäristökeskuksen toimistorakennuksen sähkön arvioitu kulutusjakauma vuonna 2002. Vaikka sähkökuormien jakautuminen eroaa hieman kuvassa 3.3 olevasta tutkimustuloksista, ovat tässäkin tutkimuksessa kiinteistön suurimmat sähkökuormat LVI-laitteet ja valaistus. [11; 12]



**Kuva 3.4.** Sähkön arvioitu suhteellinen kulutusjakauma Suomen ympäristökeskuksen toimistorakennuksessa vuonna 2002. [13]

Koska kuvien 3.3. ja 3.4. tutkittavat sähkönkulutusjakaumat on jaoteltu eri periaatteella keskenään, yhdistetään kuvassa 3.3. olevat ryhmät: tietokoneet ja muut sähkölaitteet sekä kuvassa 3.4. olevat ryhmät: pistotulpalla liitettävät laitteet, keittiölaitteet ja muut sähkölaitteet sekä lisäksi sisä- ja ulkovalaistus. Kuvassa 3.5. on esitetty edellä olevien tutkimusten tulokset samassa kuvaajassa. Sähkönkulutukset on jaettu neljään ryhmään: LVI-laitteet, valaistus, sähkölämmitys ja muut. [11]



**Kuva 3.5.** Kiinteistöjen sähkönkulutusjakaumat NSS ry:n ja Suomen ympäristökiinteistön tutkimuksissa.

Kuvasta 3.5. huomataan, että sähkönkulutusjakaumat ovat hyvin erilaisia, mutta pientä samaakin niistä löytyy. Jakaumien erot johtuvat suurimmaksi osaksi siitä, että tutkimukset on tehty eri kiinteistöistä. Kuvan 3.5 jakaumien perusteella voidaan kuitenkin olettaa, että suurin osa kiinteistöjen sähköstä kuluu LVI-laitteissa, valaistuksessa ja muissa sähkölaitteissa, joihin voidaan muun muassa laskea suuri määrä kiinteistöjen kulutuslaitteita esimerkiksi pistorasiakojeita, keittiölaitteita, hissejä ja eri sähkölaitteita. [11]

## 4 MITTAUKSET JA SÄHKÖNKULUTUKSIEN LASKENTA

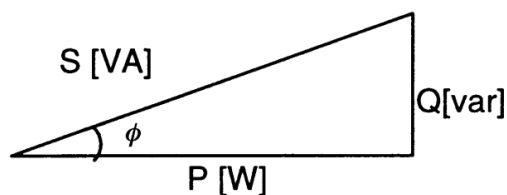
Työssä tutkittavan S2010-sähkönimikkeistön sähkötekniisten järjestelmien sähkönkulutukset saadaan selvitettyä tässä luvussa esiteltujen mittausten ja laskentakaavojen avulla. Lisäksi osa sähköjärjestelmien kulutuksista pyritään selvittämään laitevalmistajien antamien sähkölaitteiden virta- ja tehotietojen avulla.

### 4.1 Sähkönkulutuksien laskeminen

Tässä alaluvussa esitellään S2010-sähkönimikkeistön sähkötekniisten järjestelmien sähkönkulutuksien selvittämisessä käytettävät laskukaavat. Laskukaavat on jaettu kolmeen eri osaan: sähkölaitteiden sähkönkulutuksen laskeminen, valaistuksen sähkönkulutuksen laskeminen ja sähköjärjestelmien sähkönkulutuksen laskeminen.

#### 4.1.1 Sähkölaitteiden sähkönkulutuksen laskeminen

Tässä luvussa esitellään laskukaavat, joiden avulla voidaan laskea eri sähköjärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutukset. Kuvassa 4.1 on esitetty kolme erilaista yksi- ja kolmivaiheiseen vaihtovirtaan liittyvää tehotyppiä: näennäisteho ( $S$ ), pätöteho ( $P$ ) ja loistehe ( $Q$ ). Tätä kuvan 4.1. tehojen esitystapaa kutsutaan tehokolmioksi ja se kuvaa edellä mainittujen tehotyppien riippuvuutta toisistaan. Tehokolmion avulla saadaan johdettua sähkölaitteiden tehon laskentakaavat.



**Kuva 4.1.** Tehokolmio. [14]

Yksivaiheisen vaihtovirtapiirin pätöteho saadaan laskettua kaavan 4.1 avulla

$$P = U_v I \cos \varphi, \quad (4.1)$$

jossa  $P$  on pätöteho,  $U_v$  on vaihejännite,  $I$  on vaihtovirta ja  $\cos \varphi$  on tehokerroin. [14]  
Yksivaiheisen vaihtovirtapiirin loistehe saadaan laskettua kaavan 4.2 avulla

$$Q = U_v I \sin \varphi, \quad (4.2)$$

jossa  $Q$  on loisteho,  $U_v$  on vaihejännite,  $I$  on vaihtovirta ja  $\varphi$  on vaihejännitteen ja vaihtovirran välinen kulma. [14] Yksivaiheisen vaihtovirtapiirin näennäisteho saadaan laskettua kaavan 4.3 avulla

$$S = U_v I = \frac{U_v^2}{Z} = I^2 Z = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad (4.3)$$

jossa  $S$  on näennäisteho,  $U_v$  on vaihejännite,  $I$  on vaihtovirta,  $Z$  on impedanssi,  $P$  on pätöteho ja  $Q$  on loisteho. [14] Kolmivaiheisen vaihtovirtapiirin pätöteho saadaan laskettua kaavan 4.4 avulla

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi, \quad (4.4)$$

jossa  $P$  on pätöteho,  $U$  on pääjännite,  $I$  on vaihtovirta ja  $\cos \varphi$  on tehokerroin. [14] Kolmivaiheisen vaihtovirtapiirin loisteho saadaan laskettua kaavan 4.5 avulla

$$Q = \sqrt{3}UI \sin \varphi, \quad (4.5)$$

jossa  $Q$  on loisteho,  $U$  on pääjännite,  $I$  on vaihtovirta ja  $\varphi$  on vaihejännitteen ja vaihtovirran välinen kulma. [14] Kolmivaiheisen vaihtovirtapiirin näennäisteho saadaan laskettua kaavan 4.6 avulla

$$S = \sqrt{3}UI = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad (4.6)$$

jossa  $S$  on näennäisteho,  $U$  on pääjännite,  $I$  on vaihtovirta,  $P$  on pätöteho ja  $Q$  on loisteho. [14] Yksivaiheisen tasavirtapiirin pätöteho saadaan laskettua kaavan 4.7 avulla

$$P_{DC} = U_{DC}I_{DC}, \quad (4.7)$$

jossa  $P_{DC}$  on pätöteho,  $U_{DC}$  on tasajännite ja  $I_{DC}$  on tasavirta. Lisäksi sähkölaitteen sähköverkosta ottama teho saadaan laskettua sähkölaitteen hyötysuhteen eli kaavan 4.8 avulla

$$P_{in} = \eta P_{out}, \quad (4.8)$$

jossa  $P_{in}$  on sähkölaitteeseen tuleva sähköteho (laitteen sähköverkosta ottama teho),  $P_{out}$  on sähkölaitteesta ulos tuleva sähköteho ja  $\eta$  on sähkölaitteen hyötysuhde. [14] Yksivaiheisen johtimen kuormitusvirran synnyttämä pätöteho- eli virtalämpöhäviö saadaan laskettua kaavan 4.9 avulla

$$P_{johdin} = I_{johdin}^2 Z_{johdin}, \quad (4.9)$$

jossa  $P_{johdin}$  on johtimen pätötehohäviö,  $I_{johdin}$  on johtimen läpikulkeva virta ja  $Z_{johdin}$  on johtimen impedanssi. Kolmivaiheisen johtimen kuormitusvirran synnyttämä pätöteho- eli virtalämpöhäviö saadaan laskettua kaavan 4.10 avulla

$$P_{johdin} = 3I_{johdin}^2 Z_{johdin}, \quad (4.10)$$

jossa  $P_{johdin}$  on johtimen pätötehohäviö,  $I_{johdin}$  on johtimen läpikulkeva virta ja  $Z_{johdin}$  on johtimen impedanssi.

#### 4.1.2 Valaistuksen sähkönkulutuksen laskeminen

Tässä luvussa esitellään laskukaavat, joiden avulla saadaan laskettua eri kiinteistön tilojen sisävalaistuksen sähkönkulutukset. Sisävalaistuksen sähkönkulutus saadaan laskettu kaavan 4.11 avulla

$$W_{valaistus} = P_{valaistus} A_{tila} t_{valaistus} f, \quad (4.11)$$

jossa  $W_{valaistus}$  on tilan sisävalaistuksen sähkönkulutus,  $P_{valaistus}$  on tilan sisävalaistuksen teho pinta-alayksikköä kohden,  $A_{tila}$  on valaistun tilan pinta-ala,  $t_{valaistus}$  on sisävalaistuksen käyttöaika (päällä olo aika) ja  $f$  on valaistuksen ohjaustavasta riippuva valaistuksen ohjauskerroin. [15] Taulukossa 4.1 on esitetty eri valaistuksen ohjaustavoista riippuvat valaistuksen ohjauskertoimet.

**Taulukko 4.1.** Sisävalaistuksen ohjauskertoimet. [15]

Ohjaustapa	Ohjauskerroin, $f$
Läsnäolotunnistin ja päivänvalosäädin	0,70
Päivänvalosäädin	0,80
Läsnäolotunnistin	0,75
Huonekohtainen kytkin	0,90
Huonekohtainen kytkin, erillinen ikkunaseinälle	0,90
Keskitetty päälle/pois	1,00

Tilan valaistuksen teho pinta-alayksikköä kohden saadaan laskettua kaavan 4.12 avulla.

$$P_{valaistus} = \frac{1}{\beta \eta_v \eta_\Phi} E, \quad (4.12)$$

jossa  $P_{valaistus}$  on tilan sisävalaistuksen teho pinta-alayksikköä kohden,  $E$  on valaistun tilan valaistusvoimakkuus,  $\beta$  on sisävalaistuksen alenemakerroin,  $\eta_v$  on sisävalaistuksen hyötysuhde ja  $\eta_\Phi$  on valonlähteiden valotehokkuus. [15] Taulukossa 4.2 on esitetty sisävalaistuksen ympäristön puhtauteen liittyvät sisävalaistuksen alenemakertoimet. Sisävalaistuksen hyötysuhteet, jotka riippuvat tilan sisävalaistuksen asennustavasta on esitetty taulukossa 4.3. Lisäksi taulukossa 4.4 on esitetty kiinteistön tilojen sisävalaistuksessa käytetyt valonlähteet ja niiden valotehokkuudet.

**Taulukko 4.2.** Sisävalaistuksen ympäristön puhtauteen liittyvät alenemakertoimet. [15]

Valaistuksen ympäristö	Alenemakerroin, $\beta$
Puhdas ympäristö	0,70
Keskinkertainen ympäristö	0,60
Likainen ympäristö	0,50

**Taulukko 4.3.** Sisävalaistuksen asennustavasta riippuvat hyötysuhteet. [15]

Valaistustapa	Hyötysuhde, $\eta_v$
Suora valaistus	0,40
Yhdistetty suora-epäsuora valaistus	0,35
Epäsuora valaistus	0,30

**Taulukko 4.4.** Tilojen valonlähteiden valotehokkuudet. [15]

Valonlähde	Valotehokkuus, $\eta_\phi$
Hehkulamppu	10
Halogeenilamppu	12
Pienloistelamppu	50
Loistelamppu	80

Laskennassa tarvittavat eri kiinteistön tilojen sisävalaistuksien valaistusvoimakkuuksien arvot saadaan hyödyntämällä standardia ”SFS-EN 12464-1 Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus” annettuja tilojen valaistusvoimakkuusarvoja. [16]

#### 4.1.3 Sähköjärjestelmien sähkönkulutuksen laskeminen

Tässä luvussa esitellään laskukaavat, joiden avulla saadaan laskettua S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmien ja niiden sähkölaitteiden sähkönkulutukset vuodessa. Sähköjärjestelmän sähkölaitteen sähkönkulutus vuodessa saadaan laskettua kaavan 4.13 avulla

$$E_{laite,vuosi} = P_{laite} t_{laite}, \quad (4.13)$$

jossa  $E_{laite,vuosi}$  on sähköjärjestelmään kuuluvan sähkölaitteen sähkönkulutus vuodessa,  $P_{laite}$  on sähköjärjestelmään kuuluvan sähkölaitteen teho ja  $t_{laite}$  on sähköjärjestelmään kuuluvan sähkölaitteen käyttöaika vuodessa. Kaikkien samanlaisten sähköjärjestelmään kuuluvien sähkölaitteiden sähkönkulutukset vuodessa saadaan laskettua kaavan 4.14 avulla

$$E_{laite,kaikki,vuosi} = X E_{laite,vuosi}, \quad (4.14)$$

jossa  $E_{laite,kaikki,vuosi}$  on kaikkien samanlaisten sähköjärjestelmään kuuluvien sähkölaitteiden sähkönkulutus vuodessa,  $X$  on sähkölaitteiden lukumäärä ja  $E_{laite,vuosi}$  on sähköjär-

jestelmään kuuluvan sähkölaitteen sähkönkulutus vuodessa. S2010-sähkönimikkeistössä olevan sähköjärjestelmän sähkönkulutus vuodessa saadaan laskettua kaavan 4.15 avulla

$$E_{järj,vuosi} = E_{laite,kaikki,vuosi_1} + \dots + E_{laite,kaikki,vuosi_n}, \quad (4.15)$$

jossa  $E_{järj,vuosi}$  on sähköjärjestelmän sähkönkulutus vuodessa,  $E_{laite,kaikki,vuosi_1}$  ja  $E_{laite,kaikki,vuosi_n}$  ovat kaikkien samanlaisten sähköjärjestelmään kuuluvien sähkölaitteiden sähkönkulutukset vuodessa.

## 4.2 Mittaukset

Tässä luvussa esitellään S2010-sähkönimikkeistön sähkötekniisten järjestelmien sähkönkulutuksien selvittämisessä käytettäviä mittareita. Mittauksia toteutetaan niiden sähköjärjestelmien osalta joiden sähkönkulutuksia ei saada selvitettyä laitevalmistajien antamien sähkölaitteiden tehotietojen avulla. Mittauksissa käytetään PM300 sähkönkulutusmittaria ja FLUKE 289 yleismittaria.

### 4.2.1 Sähkönkulutusmittari PM300

Osassa mittauksissa käytetään kuvassa 4.2. olevaa sähkönkulutusmittaria PM300. Tämän mittarin avulla saadaan selvitettyä eri sähkölaitteiden käyttämä teho. Mittarin toimintoihin kuuluvat muun muassa sähkövirran kulutuksen mittausta ja seuranta, korkeimman virran voimakkuuden ja tehon mittausta, ylikuormituksen vartiointi, käytetyn sähkön kustannuksien laskeminen sekä sähkön käyttöajan ilmoittaminen. [17]



**Kuva 4.2.** Sähkönkulutusmittari PM300.

Tässä työssä sähkönkulutusmittaria PM300 käytetään S2010-sähkönimikkeistön sähkötekniisiin järjestelmiin kuuluvien laitteiden sähkönkulutuksien selvittämisessä. Mittari ilmoittaa mitattavan sähkölaitteen tehonkulutuksen 0,1 kWh:n tarkkuudella. [17] Mittaus suoritetaan siten, että mittari liitetään pistorasiaan ja mitattava sähkölaitte kuvassa 4.2. näkyvään mittarin pistorasiaan.



#### 4.2.2 Yleismittari FLUKE 289

Osassa mittauksissa käytetään kuvassa 4.3. olevaa yleismittaria FLUKE 289. Tämän mittarin avulla saadaan selvitettyä S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmissä ja järjestelmien sähkölaitteissa kulkevat vaihtovirrat ja -jännitteet tehollis- eli RMS-arvoina. Lisäksi mittarilla saadaan selvitettyä sähkölaitteen ylimenevän vastuksen suuruus. Kyseistä kuvan 4.3. mittaria voidaan käyttää myös muiden sähköisten suureiden mittaamiseen esimerkiksi kapasitanssien, taajuuksien ja lämpötilojen mittaamiseen. Lisäksi mittarilla voidaan suorittaa dioditestejä ja jatkuvuus mittauksia (konduktanssi mittauksia) sekä pulssin leveyden ja tehollisen syklin mittauksia. [18]



**Kuva 4.3.** Yleismittari FLUKE 289.

Tässä työssä yleismittaria FLUKE 289 käytetään apuna sähköjärjestelmien sähkönkulutuksen selvittämisessä. Mittarilla mitataan sähköjärjestelmässä tai yksittäisessä sähkölaitteessa kulkevien vaihtovirtojen ja -jännitteiden arvot sekä laitteen ylimenevä vastus. Mittari ilmoittaa mitatun vaihtovirran tehollisarvon ampeereina 0,6% tarkkuudella, mitatun vaihtojännitteen tehollisarvon voltteina 0,4% tarkkuudella ja mitatun vastuksen ohmeina 0,05% tarkkuudella. [18] Näiden saatujen tulosten perusteella lasketaan luvun 4.1 laskentakaavoja hyväksikäyttäen mitatun sähköjärjestelmän tai sähkölaitteen sähkönkulutukset.

## 5 SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖ-JÄRJESTELMÄT

Työssä tarkasteltava Sähkötieto ry:n julkaisema sähkötietokortin ST 70.12 S2010-sähkönimikkeistö koostuu kahdesta pääjärjestelmälohkosta. Tässä luvussa tarkastellaan niistä ensimmäistä eli Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmiä. Toista pääjärjestelmää Tietoteknisiä järjestelmiä käsitellään luvussa 6.

Ensimmäinen S2010-sähkönimikkeistön pääjärjestelmälohko sisältää kaikki kiinteistössä olevat sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmäkokonaisuudet. Kaikille tämän pääjärjestelmälohkon järjestelmille on yhteistä se, että niiden laitteistoissa ja yhteyksissä sähköenergiaa joko siirretään, muunnetaan, jaetaan, käsitellään tai käytetään johonkin kiinteistössä olevaan käyttötarkoitukseen. [19] Kaikkien tämän ensimmäisen pääjärjestelmälohkon alla olevien pää-, alaryhmien ja järjestelmien nimet alkavat kirjaintunnuksella S. Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät on jaettu alla esitettyihin seitsemään eri pääryhmään.

### 5.1 S1 Asennus- ja apujärjestelmät

Ensimmäinen Sähköenergianjakelu- ja käyttöjärjestelmän pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kaikki kiinteistön erilaiset mekaaniset asennus-, apu- ja reittijärjestelmät sekä niiden varustelut. Nämä ensimmäisen pääryhmän järjestelmät palvelevat useita eri sähkötekniisiä järjestelmiä samanaikaisesti. Asennus- ja apujärjestelmiä käytetään kaapelointien ja joidenkin sähkö- ja telelaitteiden sijoituspaikkoina. [19]

Asennus- ja apujärjestelmät pääryhmä on jaettu seitsemään eri järjestelmään: ”S110 Kaapelihyllyjärjestelmä”, ”S120 Johtokanavajärjestelmä”, ”S130 Lattiakanavajärjestelmä ja lattiakotelot”, ”S140 Ripustusjärjestelmä”, ”S150 Läpiviennit”, ”S160 Yhteiskäyttöiset putkijärjestelmät ja kaapelikaivot” ja ”S170 Esitystekniikan apujärjestelmät”. Tämän pääryhmän järjestelmiin kuuluvat osat eivät ole kytkettyinä sähköverkkoon, joten järjestelmät eivät kuluta sähköä, eivätkä myöskään vaikuta kiinteistön sähkökulutukseen.

”S110 Kaapelihyllyjärjestelmä” sisältää kaikki kiinteistön kaapelihyllyt varusteen joita hyödynnetään kiinteistöjen sähkökaapeleiden reitityksessä. Kaapelihyllyjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa kaapelihyllyt ja -tikkaat. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapelihyllyjen ja -tikkaiden asennus-, kiinnitys-, kannatus-, verhoilu- ja suojaosat. [19]

”S120 Johtokanavajärjestelmä” sisältää kaikki kiinteistön johtokanavat varusteen ja osineen. Kiinteistössä johtokanavia hyödynnetään joko sähkökaapeleiden reiti-

tyksessä ja/tai pistorasioiden yms. sähkö- ja telelaitteiden sijoituspaikkoina. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa johtokanavat kansineen sekä erilaiset pääty, kulma-, risteys, asennus-, kiinnitys- ja kannatusosat. [19]

*”S130 Lattiakanavajärjestelmä ja lattiakotelot”* sisältävät kaikki kiinteistön lattioihin sijoitettavat sähkötekniset osat. Kiinteistössä lattiakanavia ja kotelaita hyödynnetään sähkökaapeleiden reitityksessä ja liitäntäpisteiden yms. laitteiden asennuskoteloina. Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa lattiaputkitukset, -kanavat ja -kotelot. [19]

*”S140 Ripustusjärjestelmä”* sisältää kaikki kiinteistön katosta ripustettavat sähköjärjestelmiä varten toteutetut ripustusjärjestelmät ja -tekniikat. Kiinteistössä ripustusjärjestelmää hyödynnetään esimerkiksi valaistuksen, pistorasioiden ja sähkökaapelointien asennuksessa sekä reitityksessä. Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa ripustuskiskot ja -putket. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kulma-, kaari-, risteys, asennus-, kiinnitys- ja kannatusosat sekä laiteasennusalueet ja laitteiden ripustimet. [19]

*”S150 Läpivientijärjestelmä”* sisältää kaikki kiinteistössä olevat sähkön läpivientiosat ja tarvikkeet. Kiinteistössä sähköläpivientejä hyödynnetään rakenteiden läpi menevien sähkökaapeleiden reitityksessä. Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa mekaaniset, paloeristetyt, äänieristetyt, ilmaeristetyt, vesieristetyt, kaasutiiviit ja vesitiiviit läpivientiosat sekä väestösuojatilojen läpivientiosat. [19]

*”S160 Yhteiskäyttöiset putkitusjärjestelmät ja kaapelikaivot”* sisältävät kiinteistön tonttialueille tai lattioiden perusmaahan sijoitettavat putkitukset ja kaivot. Kiinteistön putkitusjärjestelmiä ja kaapelikaivoja hyödynnetään maahan sijoitettavien sähkökaapeleiden reitityksessä. Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa kanavaputket, kaari- ja läpivientiosat, jatkokset, kaapelikaivot sekä kaivojen kansiosat. [19]

*”S170 Esitystekniikan apujärjestelmät”* sisältävät kaikki kiinteistön esityksissä tarvittavat varustelut. Kiinteistön esitystekniikan apujärjestelmiä hyödynnetään esimerkiksi teatteriesitysten, luentojen ja viihde-esitysten mekaanisissa asennus-, reitti-, ripustus- ja kannatusosissa sekä kiinnityspaikoissa ja muissa esityksissä tarvittavissa mekaanisissa osissa. Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa kaapelointien läpivientiluukut, kaapelireitit asennus- ja vetojärjestelmien, ripustuspisteet ja -ansaat sekä nostolaitteet. [19]

## 5.2 S2 Sähkönjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset

Toinen Sähköenergianjakelu- ja käyttöjärjestelmän pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kiinteistön tavanomaisen sähkönjakelujärjestelmän kokonaisuuden. Kiinteistön sähkönjakelujärjestelmän kokonaisuuteen kuuluvat muun muassa sähköliittymä, sähköenergian pääjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset. [19] Sähkönjakelu ja siihen liitettyjen kuormitusten pääryhmä on jaettu kuuteen eri alaryhmään: *”S21 Sähköenergian tuotanto ja liittäminen”, ”S22 Sähköenergian pääjakelu”, ”S23 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys”, ”S24 Sähköliitäntäjärjestelmä”, ”S25 Valaistusjärjestelmä” ja ”S26 Sähkölämmitysjärjestelmä”*.

### 5.2.1 S21 Sähköenergian tuotanto ja liittäminen

Ensimmäinen Sähkönjakelun ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kaikki sähköenergian tuotantoon ja liittämiseen tarvittavat järjestelmät. [19] Sähköenergian tuotanto ja liittäminen -alaryhmä on jaettu kahteen eri järjestelmään: ”S211 Sähköliittymä” ja ”S212 Sähköntuotantojärjestelmät ja -laitteistot”.

”S211 Sähköliittymäjärjestelmä” sisältää kiinteistön sähköliittymän kaikki fyysiset osat jännitetasosta riippumatta. Näihin fyysisiin osiin luetaan esimerkiksi liittymäkaapelin asennus- ja suojausosat. [19]

Tavanomaisesti sähköliittymän mitoitus tehdään siten, että lasketaan kaikki kiinteistön ja käyttäjien kuormitukset yhteen ja kerrotaan saatu tulos niin sanotulla tasauskerroimella. Tuloksena saatu tasattu teho tarkoittaa kiinteistön sähköliittymän kautta otettavaa suurinta tehoa. Tasatun tehon avulla lasketaan edelleen pääsulakkeiden virta. Tätä tulosta verrataan sähköverkkoyhtiöiden pääsulakkeiden vakiosulakekokoihin, joista sitten valitaan sopivan kokoinen liittymäluokka.

Koska sähköliittymä mitoitetaan edellä esitetyllä tavalla kiinteistön toteutettavien kuormitusten perusteella, se ei suoraan vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen. Sähköliittymän sähkönkulutus oletetaan nolaksi, jonka seurauksena se ei vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

”S212 Sähkön tuotantojärjestelmät ja -laitteistot” järjestelmä sisältää kiinteistön sisäiset sähköenergian tuotantolaitteet ja -laitteistot. Näiden järjestelmän tuotantolaitteiden ja -laitteistojen tarkoitus on tuottaa jatkuvasti sähköä kiinteistön sitä tarvitseviin sähkölaitteisiin. Tuotettua sähköä voidaan myös myydä yleiseen sähköverkkoon.

Sähkön tuotantojärjestelmät ja -laitteistot järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa vesi-, tuuli-, aurinko ja dieselvoimayksiköt. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja kaikki voimayksiköiden toteutukseen tarvittavat laitteet siten, että yksikkö on sellaisenaan täysin toimiva kokonaisuus. [19]

Sähkön tuotantojärjestelmät ja -laitteistot tuottavat sähköä kiinteistölle, joten ne eivät kuluta sähköä. Tämän seurauksena ne eivät kasvata kiinteistön sähkönkulutusta.

### 5.2.2 S22 Sähköenergian pääjakelu

Toinen Sähkönjakelun ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kaikki kiinteistön sisäiseen sähköenergian pääjakeluun tarvittavat järjestelmät. [19] Sähköenergian pääjakelu -alaryhmä on jaettu kahteen eri järjestelmään: ”S221 Keskijännitejakelujärjestelmä” ja ”S222 Pääjakelujärjestelmä”.

”S221 Keskijännitejakelujärjestelmä” sisältää kaikki kiinteistön sisäiset keskijännitejärjestelmän laitteet ja kaapeloinnit. Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskijännitekojeistot, jotka muodostuvat erilaisista kennoista sekä muuntajat. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

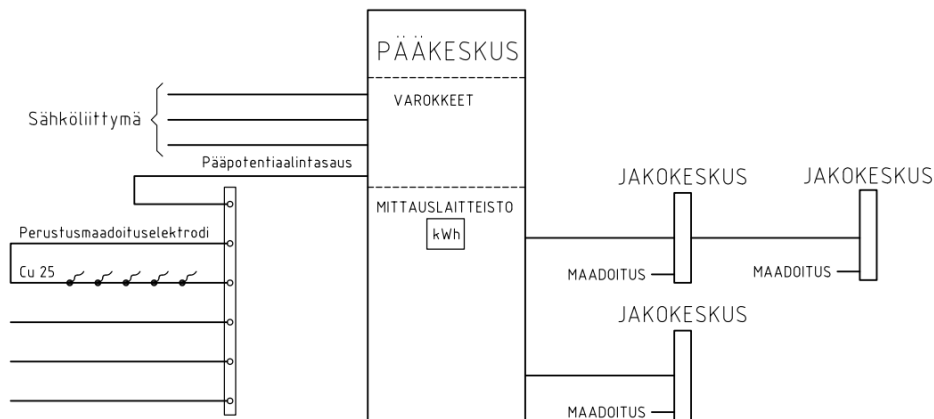
Kiinteistön keskijännitejakelujärjestelmään kuuluvat osat ovat kytkettynä sähköverkkoon, joten järjestelmä kuluttaa sähköä. Sähkönkulutukseen vaikuttavat muun mu-

assa eri sähköverkkoon liitettyjen kojeiden, kennojen ja muuntajien synnyttämät tehot. Järjestelmän sähkönkulutusta on käsitelty enemmän luvussa 7.1.

”S222 Pääjakelujärjestelmä” on yksi kiinteistön pitkäaikaisimmista sähköteknisistä järjestelmistä. Pääjakelujärjestelmä sisältää kiinteistön sähköenergian jakamiseen, siirtämiseen ja sähkönladun parantamiseen tarvittavat laitteet.

Sähkönladun parantamiseen tarvittavat laitteet ovat esimerkiksi erilaisia suodattimia. Näitä tarvitaan, koska sähköenergiaan sisältyy erityyppisiä häiriöitä sekä laatuvirheitä, joita nämä suodattimet poistavat. Sähköverkon häiriöt ja laatuvirheet saattavat haitata herkkiä sähkölaitteita, kuten esimerkiksi tietoteknisiä laitteita ja niiden toimintaa. Lisäksi ne voivat aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia, jotka ovat seurausta laitteiden virhetoiminnoista ja rikkoutumisista.

Kuvassa 5.1. on esitetty pääjakelujärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuten kuvasta 5.1. nähdään, pääjakelujärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa sähköpääkeskus, sähkö- eli jakokeskukset ja niihin liitetyt maadoitukset. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat keskusten väliset kaapeloinnit. Sähköpääkeskus sisältää myös muun muassa tarvittavat loistehon kompensointi- ja yliaaltojen suodatuslaitteet, ylijännitesuojat ja tarvittavat mittarit kiinteistön sähköenergian kulutuksen mittaamiseksi. [19] Sähköenergian kulutuksen mittaamista esitellään tarkemmin luvussa 6.8 kohdassa ”T840 Sähköenergian mittaajajärjestelmä”.



**Kuva 5.1.** ”S222 Pääjakelujärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 5.1. huomataan, että sähköpääkeskus ja jakokeskukset ovat kytkettynä sähköverkkoon, joten keskukset kuluttavat sähköä. Tämän seurauksena sähkönkulutukseen vaikuttavat muun muassa kiinteistön pää- ja jakokeskusten sähkönkulutukset. Lisäksi tehohäviöitä syntyy myös keskusten välisissä kaapeloinneissa. Järjestelmän sähkönkulutusta on käsitelty tarkemmin luvussa 7.1.

### 5.2.3 S23 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys

Kolmas Sähkönjakelun ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kaikki kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistykseen tarvittavat järjestelmät. [19] Tyypillistä kiinteistölle kuuluville laitteille ja laitteistoille on se, että ne pysyvät kiinteistössä käyt-

täjien vaihtuessa. Näiden sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähköistyksen toteutustapa on kiinteä ja niiden käyttöikätaavoite asetetaan yleensä samaksi kuin kiinteistön peruskorjausväli. Laitteiden ja laitteistojen sähköistys alaryhmä on jaettu kolmeen eri järjestelmään: ”S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys”, ”S232 LVI-laitteiden ja laitteistojen sähköistys” ja ”S233 Käyttäjän laitteiden ja laitteistojen sähköistys”.

”S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys” järjestelmä sisältää kaikki kiinteistön omistukseen kuuluvien sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähköistyksen. Tällaisia kiinteistölle kuuluvia sähkölaitteita ja -laitteistoja ovat esimerkiksi kiinteistön hissit, liukuportaat, sähkötoimiset ovet, sähkökiukaat ja jätepuristimet. [19]

Kiinteistön sähkölaitteet ja -laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä laitteet ja -laitteistot kuluttavat tehoa, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkönkulutuksista. Järjestelmän sähkönkulutusta on tarkasteltu enemmän luvussa 7.4.

”S232 LVI-laitteiden ja laitteistojen sähköistys” järjestelmä sisältää kiinteistössä olevien LVI-laitteiden ja laitteistojen sähköistämiseen tarvittavat osat. LVI-laitteita ja -laitteistoja käytetään muun muassa kiinteistön ilmanvaihdossa, lämmityksessä ja jäähdytyksessä. LVI-laitteiden ja -laitteistojen järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa LVI-laitteiden ohjaus- ja liitäntäosat. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki järjestelmän oikeanlaiseen toimintaan tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Kiinteistön LVI-laitteiden ja -laitteistojen osat ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä LVI-laitteet ja -laitteistot kuluttavat tehoa, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähkönkulutuksista. Järjestelmän sähkönkulutusta on käsitelty enemmän luvussa 7.5.

”S233 Käyttäjän laitteiden ja laitteistojen sähköistys” järjestelmä sisältää käyttäjille kuuluvien sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähköliitännöiden toteuttamiseksi tarvittavat osat. [19] Tyypillistä tällaisille sähkölaitteille ja -laitteistoille on muun muassa se, että ne vaihtuvat täydellisesti kiinteistön käyttäjän vaihtuessa. Käyttäjän laitteita ja laitteistoja ovat esimerkiksi keittiölaitteet, ruoka- ja kahviautomaatit sekä kopiokoneet ja muut toimistolaitteet. Näiden laitteiden ja laitteistojen sähköistys on yleensä vain sähkönsyötön liittämistä laitteeseen. Lisäksi sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähköistyksen tulee olla muunneltavissa käyttäjän toiminnan muutoksien varalta.

Käyttäjän laitteet ja laitteistot kuluttavat tehoa ja ne vaikuttavat kiinteistön sähkönkulutukseen. Tämä järjestelmä on kuitenkin rajattu tämän työn ulkopuolelle, koska järjestelmään sisältyvät sähkölaitteet ja -laitteistot riippuvat paljon kiinteistön käyttäjästä. Tämän takia on mahdoton tietää, mitä sähkölaitteita kukin käyttäjä tarvitsee ja kuinka paljon nämä sähkölaitteet käyttävät tehoa.

#### **5.2.4 S24 Sähköliitäntäjärjestelmät**

Neljäs Sähkönjakelun ja siihen liitettyjen kuormitusten -alaryhmä sisältää kaikki kiinteistössä olevat ja käyttäjiä palvelevat sähköliitäntäjärjestelmät. [19] Tähän alaryhmään kuuluvien järjestelmien avulla sähkö tuodaan kiinteistön pääjakelujärjestelmän pää- ja jakokeskuksilta käyttäjille, kuten esimerkiksi pistorasioihin tai muihin sähköliitäntäpis-

teisiin. Sähköliitännäjärjestelmät alaryhmä on jaettu seitsemään eri järjestelmään: ”S241 Pistorasiat”, ”S242 Kosketinkiskojärjestelmä”, ”S243 Jakelukiskojärjestelmä”, ”S244 Pistorasiapylväät”, ”S245 Autolämmityspistorasiat”, ”S246 Pistorasiakeskukset” ja ”S247 Liitin- ja johtosarjajärjestelmä”.

”S241 Pistorasiat” järjestelmä sisältää kaikki kiinteistöön asennetut pistorasiat. Nämä kiinteistön yksi- ja kolmivaihepistorasiat ovat toteutettu erilaisten sähköllä toimivien ja siirrettävien laitteiden käyttöä varten. Kuvassa 5.2. on esitetty maadoitetun 2-osaisen yksivaihepistorasian runko ja kolmivaiheinen pistorasia. Pistorasiat järjestelmään kuuluvia osia kuvassa 5.2. olevien yksi- ja kolmivaiheisten pistorasioiden lisäksi ovat näiden mahdolliset ohjauslaitteet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki pistorasioiden asentamiseen tarvittavat kaapeloinnit. [19]



**Kuva 5.2.** Yksi- ja kolmivaiheiset pistorasiat. [20;21]

Kiinteistön pistorasiat eivät kuluta sähköä, vaan ne ovat sähköä tarvitsevien sähkölaitteiden liospisteitä. Tämän seurauksena järjestelmän sähkönkulutus voidaan olettaa nolllaksi, joten se ei vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

”S242 Kosketinkiskojärjestelmä” sisältää kiinteistöön asennetut kosketinkiskot ja niiden osat, kuten muun muassa adapterit. Kosketinkiskoja käytetään palvelemaan muun muassa kiinteistön valaistusta tai muita sähköä tarvitsevia sähkölaitteita.

Kuvassa 5.3. on esitetty yksivaiheinen kosketinkisko ja kaksi adapteria. Kuvassa 5.3 olevien kosketinkiskon ja adaptereiden lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja kosketinkiskojen asennuksiin tarvittavat osat. [19]



**Kuva 5.3.** Yksivaiheinen kosketinkisko ja kaksi adapteria. [22]

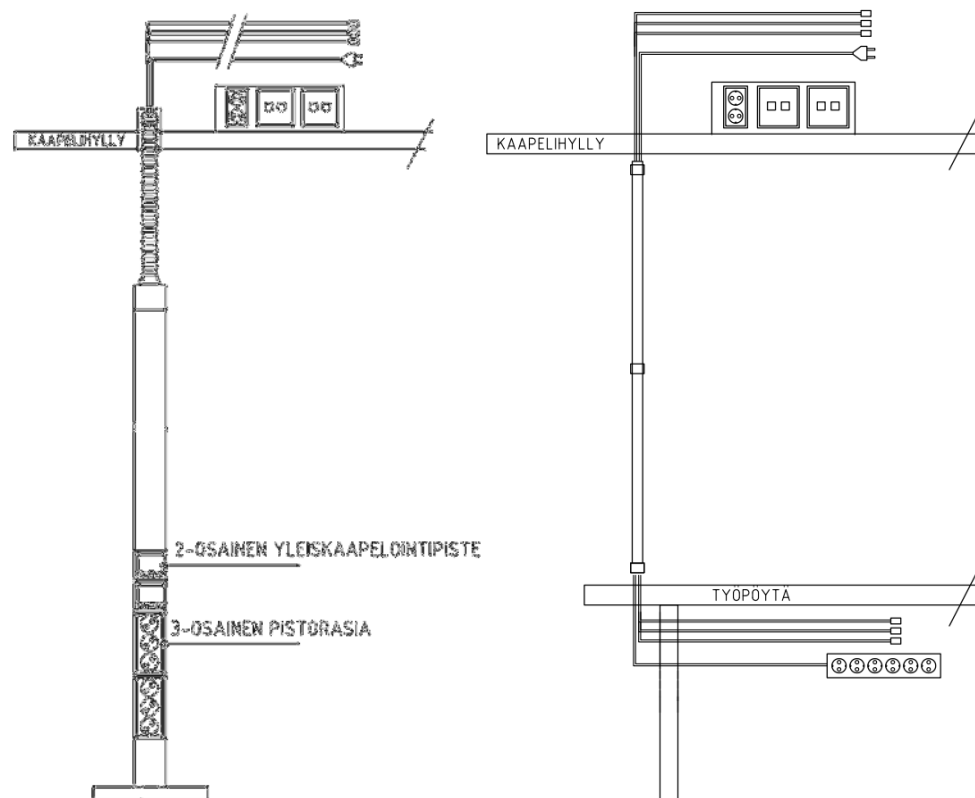
Kiinteistön kosketinkiskot eivät kuluta sähköä, vaan ne ovat sähköä tarvitsevien sähkölaitteiden kytkentäpaikkoja. Tämän seurauksena järjestelmän sähkönkulutus voidaan olettaa nolllaksi, joten se ei vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

”S243 Jakelukiskojärjestelmä” sisältää kiinteistön jakelukiskot ja virranottolaitteet. Nämä laitteet palvelevat yleensä kiinteistön käyttäjien sähkön tarpeita. Muita jakelukiskon lisäksi järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa pääkytkimet, syöttöosat sekä virranottimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja jakelukiskojärjestelmän asennuksiin tarvittavat osat. [19]

Kiinteistön jakelukiskot eivät kuluta sähköä, vaan ne ovat sähköä tarvitsevien sähkölaitteiden liitospaikkoja. Tämän seurauksena järjestelmän sähkönkulutus voidaan olettaa nollassa, joten se ei vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

”S244 Pistorasiapylväät” järjestelmä sisältää kiinteistön työpisteiden tarpeita palvelevat sähköpisteet. Kiinteistön työpisteiden pistorasiapylväät koostuvat tarvittavasta määrästä pistorasioista ja telejärjestelmien liitäntäpisteistä. Näihin pisteisiin on liitetty työpisteillä työskentelyyn tarvittavat sähkö- ja teleliitäntöjä tarvitsevat laitteet ja laitteistot. [19]

Joskus pistorasiapylväiden sijasta kiinteistön työskentelytiloissa käytetään niin sanottuja alasottojohtosarjoja. Alasottojohtosarjoissa työpisteillä työskentelyssä käytettävät sähkö- ja teleliitäntöjä tarvitsevat laitteet ja laitteistot saadaan liitettyä sähköverkkoon esimerkiksi katosta tulevien kaapeleiden avulla, joihin on kytkettynä pistorasiapaneeleita sekä teleliitoksia. Katossa kaapeleiden toinen pää on liitetty esimerkiksi katonrajassa tai alakaton yläpuolella oleville levykaapelihyllyillä oleviin sähkö- ja telepisteisiin, kuten esimerkiksi sähkö- ja yleiskaapelointipistorasioihin. Kuvassa 5.4. on esitetty periaatekuvat tyypillisten pistorasiapylvään ja alasottojohtosarjan asennuksesta.



**Kuva 5.4.** Pistorasiapylvään ja alasottojohtosarjan asennuksien periaatekuva.



Kiinteistön pistorasiapylväät ja alasottojohtosarjat eivät kuluta sähköä, vaan ne ovat sähköä tarvitsevien sähkölaitteiden liitospisteitä. Tämän seurauksena järjestelmän sähkönkulutus voidaan olettaa nolllaksi, joten se ei vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

”S245 Autolämmityspistorasiat” järjestelmä sisältää autojen talviaikaista lämmitystä palvelevat pistorasiat. Kiinteistön autolämmityspistorasiat sijoitetaan ulkoalueille ja ulkolämpötilassa oleviin tiloihin, kuten esimerkiksi parkkipaikoille ja autokatoksiin.

Järjestelmään kuuluvia osia autolämmityspistorasioiden lisäksi ovat näiden ohjauslaitteet. Lisäksi järjestelmään sisältyy kaikki järjestelmän oikeanlaiseen toteuttamiseen tarvittavat osat ja tarvikkeet sekä kaapeloinnit. [19]

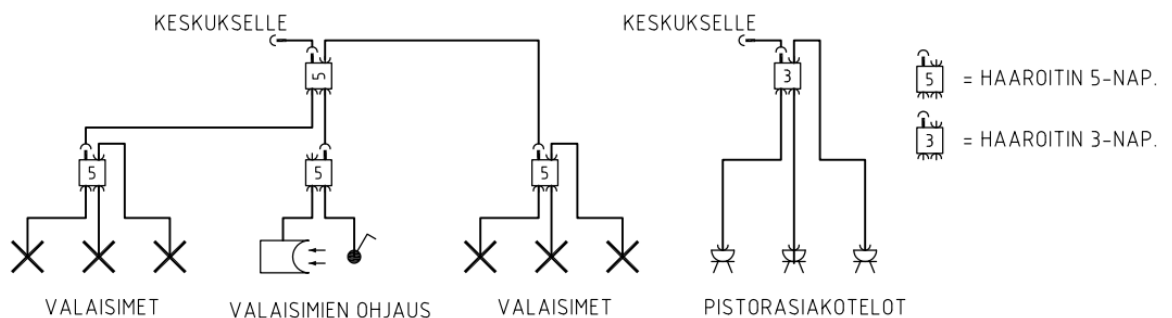
Kiinteistön autolämmityspistorasiat eivät kuluta sähköä, vaan ne ovat sähköä tarvitsevien sähkölaitteiden kytkentäpaikkoja. Tämän seurauksena järjestelmän sähkönkulutus voidaan olettaa nolllaksi, joten se ei vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

”S246 Pistorasiakeskukset” järjestelmä sisältää useista erilaisista pistorasioista koostuvat keskukset. Nämä erikokoiset ja erityyppiset pistorasiat muodostavat yhdessä ainoastaan sähköliitäntäpaikkoina palvelevat ja nimellisvirroiltaan erikokoiset pistorasiakeskukset. Pistorasiakeskukset järjestelmään pistorasiakeskusten lisäksi sisältyvät kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Kiinteistön pistorasiakeskukset eivät kuluta sähköä, vaan ne ovat sähköä tarvitsevien sähkölaitteiden liitäntäpaikkoja. Tämän seurauksena järjestelmän sähkönkulutus voidaan olettaa nolllaksi, joten se ei vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

”S247 Liitin- ja johtosarjajärjestelmä” sisältää kiinteistöön liitin- ja johtosarjojen avulla toteutetun järjestelmän. Liitin- ja johtosarjajärjestelmät toteutetaan kiinteistöissä siten, että ne ovat helposti muunneltavissa. [19]

Kuvassa 5.5. on esitetty liitin- ja johtosarjajärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Liitin- ja johtosarjajärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa johtosarjayksiköt esimerkiksi kuvassa 5.5. olevat haaroittimet sekä mahdolliset laiteyksiköt, kuten esimerkiksi kuvassa 5.5. olevat pistorasiakotelot. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]



**Kuva 5.5.** ”S247 Liitin- ja johtosarjajärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kiinteistön liitin- ja johtosarjajärjestelmä ei kuluta sähköä, vaan ne ovat sähköä tarvitsevien sähkölaitteiden liitäntäpisteitä. Tämän seurauksena järjestelmän sähkönkulutus voidaan olettaa nolllaksi, joten se ei vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

### 5.2.5 S25 Valaistusjärjestelmät

Viides Sähkönjakelun ja siihen liitettyjen kuormitusten -alaryhmä sisältää kaikki kiinteistössä olevat tavanomaiset valaistusjärjestelmät. [19] Tämä viides alaryhmä on jaettu kuuteen eri järjestelmään: ”S251 Sisävalaistusjärjestelmä”, ”S252 Ulkovalaistusjärjestelmä”, ”S253 Aluevalaistusjärjestelmä”, ”S254 Julkisivuvalaistusjärjestelmä”, ”S255 Mainosvalaistusjärjestelmä” ja ”S256 Esitysvalaistusjärjestelmä”.

”S251 Sisävalaistusjärjestelmä” sisältää kaikki kiinteistön tyypilliset sisätilojen valaistukset. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa sisävalaisimet ja niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi kytkimet, valonsäätimet sekä liike- ja läsnäolotunnistimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja sisävalaisimien toiminnan kannalta tarvittavat tarvikkeet, kuten esimerkiksi valonlähteet ja liitäntälaitteet. [19]

Sisävalaistusjärjestelmä voidaan jakaa eri järjestelmiin, kuten esimerkiksi yleis-, työskentely- ja kulkuvalaistusjärjestelmiin. Yleis- ja työskentelyvalaistuksen avulla toteutetaan tilan tilakohtainen ja toiminnalle soveltuva valaistus. Kulkuvalaistus valaisee taas kuljetus- ja kulkureittejä kiinteistön sisällä. Kulkuvalaistus poikkeaa muusta valaistuksesta siten, että sen valaistusvoimakkuuden ei tarvitse olla niin suuri kuin yleis- ja työskentelyvalaistuksessa.

Kiinteistön sisävalaistusjärjestelmään sisältyvät sisävalaisimet ja näiden ohjauslaitteet ja -laitteistot ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehojen suuruuksista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.2.

”S252 Ulkovalaistusjärjestelmä” sisältää kaikki kiinteistössä kiinni olevat ulkopuoliset valaisimet. Ulkovalaistus onkin tyypillisin ja suosituin kiinteistön ulkopuolella oleva valaistusjärjestelmä. Muita ulkovalaistuksia ja ulkovalaistusjärjestelmää täydentäviä valaistusjärjestelmiä ovat tässä luvussa esitetyt ”S253 Aluevalaistusjärjestelmä” ja ”S254 Julkisivuvalaistusjärjestelmä”. [19]

Tyypillisiä kiinteistöissä esiintyviä ulkovalaistuksia ovat muun muassa kiinteistössä ulkoseinien, katos- ja terassialueiden valaistukset sekä talonnumerovalaisimet. Ulkovalaistusjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa ulkovalaisimet ja niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi kytkimet, kello- ja hämäräkytkimet, valonsäätimet sekä liiketunnistimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja ulkovalaisimien toiminnan kannalta tarvittavat tarvikkeet esimerkiksi valonlähteet ja liitäntälaitteet. [19]

Kiinteistön ulkovalaistusjärjestelmään sisältyvät ulkovalaisimet ja näiden ohjauslaitteet ja -laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehojen suuruuksista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.2.

”S253 *Aluevalaistusjärjestelmä*” sisältää kiinteistöstä irrallaan olevien alueiden valaistukset. [19] Kiinteistön aluevalaistuksien tarkoitus on täydentää kiinteistön ulkova-  
laistusjärjestelmiä valaisemalla tonttia ja sen kulkuteitä sekä pihaa ja kiinteistön ulko-  
puolisia työskentelyalueita. Aluevalaistus toteutetaan yleensä pylväisiin ja mastoihin  
kiinnitetyillä erilaisilla valaisimilla ja valonheittimillä. Tähän järjestelmään kuuluvia  
osia ovat muun muassa aluevalaisimet ja niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esi-  
merkiksi kello- ja hämäräkytkimet ja liiketunnistimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki  
tarvittavat kaapeloinnit ja aluevalaisimien toiminnan kannalta tarvittavat tarvikkeet esi-  
merkiksi valonlähteet ja liitäntälaitteet. [19]

Kiinteistön aluevalaistusjärjestelmään sisältyvät aluevalaisimet ja näiden ohjauslait-  
teet ja -laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä,  
joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä nii-  
den tehojen suuruuksista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on tarkas-  
teltu enemmän luvussa 7.2.

”S254 *Julkisivuvalaistusjärjestelmä*” sisältää kiinteistön julkisivun valaistuksen.  
Kiinteistön julkisivuvalaistuksien tarkoitus on täydentää ulko- ja aluevalaistusjärjestel-  
miä. Julkisivujärjestelmiä käytetään yleensä ulkonäöltään ja arkkitehtonisesti merkittä-  
vien kiinteistöjen valaistuksessa. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa  
julkisivuvalaisimet ja niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi kello- ja hä-  
märäkytkimet sekä liiketunnistimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaape-  
loinnit ja julkisivuvalaisimien toiminnan kannalta tarvittavat tarvikkeet esimerkiksi va-  
lonlähteet ja liitäntälaitteet. [19]

Kiinteistön julkisivuvalaistusjärjestelmään sisältyvät julkisivuvalaisimet sekä niiden  
ohjauslaitteet ja -laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kulutta-  
vat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajois-  
ta sekä niiden tehojen suuruuksista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja  
on käsitelty enemmän luvussa 7.2.

”S255 *Mainosvalaistusjärjestelmä*” on mainostamista ja toiminnasta tiedottamista  
palveleva valaistusjärjestelmä. Kiinteistön mainosvalaisimet sijoitetaan yleensä kiinteis-  
tön katolle tai ulkoseinille ja ne ovat hyvin kirkkaita ja muutenkin huomiota herättäviä.  
Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa mainosvalaisimet ja näiden oh-  
jauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi kello- ja hämäräkytkimet. Lisäksi järjestel-  
mä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja mainosvalaisimien toiminnan kannalta tar-  
vittavat tarvikkeet esimerkiksi valonlähteet ja liitäntälaitteet. [19]

Kiinteistön mainosvalaistusjärjestelmään sisältyvät mainosvalaisimet sekä niiden  
ohjauslaitteet ja -laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kulutta-  
vat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajois-  
ta sekä niiden tehojen suuruuksista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja  
on käsitelty enemmän luvussa 7.2.

”S256 *Esitysvalaistusjärjestelmä*” sisältää kiinteistön esityksissä tarvittavan valais-  
tuksen. Tätä järjestelmää hyödynnetään esimerkiksi kiinteistössä pidettävien luentojen,  
teatteri- tai viihde-esitysten valaistuksessa. Esitysvalaistusjärjestelmään kuuluvia osia

ovat muun muassa esitysvalaisimet ja niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi himmentimet ja valaistuksen säätämiseen tarkoitettut ohjauspöydät. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja esitysvalaistuksen toiminnan kannalta kaikki tarvittavat liitäntäpisteet, kuten esimerkiksi pistorasiat sekä esitysvalaisimien tarvikkeet, kuten esimerkiksi valonlähteet ja liitäntälaitteet. [19]

Kiinteistön esitysvalaistusjärjestelmään sisältyvät esitysvalaisimet sekä näiden ohjauslaitteet ja -laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehojen suuruuksista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.2.

### 5.2.6 S26 Sähkölämmitysjärjestelmät

Kuudes ja viimeinen Sähkönjakelun ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kaikki kiinteistössä olevat tavanomaiset sähkölämmitysjärjestelmät. [19] Tämä kuudes ja viimeinen alaryhmä on jaettu kuuteen eri järjestelmään: ”S261 Rakennuksen sähkölämmitys”, ”S262 Lattialämmitykset”, ”S263 Sähkölämmitteiset ikkunat”, ”S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset”, ”S265 Putkistojen saattolämmitykset” ja ”S266 Alueiden sulanapidot”.

”S261 Rakennuksen sähkölämmitysjärjestelmä” sisältää lämmitykseen sähköenergiaa käyttävän kiinteistön lämmityslaitteet. Lämpöä kiinteistöön voidaan tuottaa erilaisilla toteutustavoilla ja laitteilla, kuten esimerkiksi sähkölämmittimillä, lattialämmityksillä, kattolämmityksillä ja säteilylämmityksillä. [19] Tässä työssä järjestelmä rajataan siten, että tämän järjestelmän kohdalla tutkitaan sähkölämmittimiä eli sähköpattereita. Kuvassa 5.6. on esitetty tyypillinen pistotulpalla varustettu sähköpatteri.



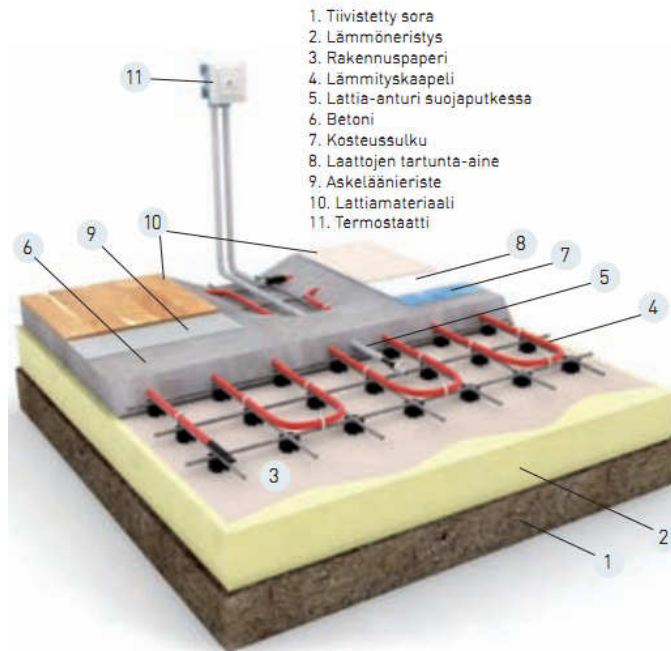
**Kuva 5.6.** Pistotulpalla varustettu sähköpatteri. [23]

Lämmityslaitteiden lisäksi kiinteistön sähkölämmitysjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi termostaatit. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Rakennuksen sähkölämmitysjärjestelmän lämmityslaitteet ja näiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi termostaatit ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat tehoa, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden

käyttöajoista sekä niiden tehojen suuruuksista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehonkulutuksia on käsitelty tarkasteltu enemmän luvussa 7.3.

”S262 Lattialämmitykset” järjestelmä sisältää kiinteistöön toteutettavat yksittäiset lattialämmitykset. [19] Kuvassa 5.7. on esitetty lattialämmityskaapelin asennusperiaate ja termostaatti.

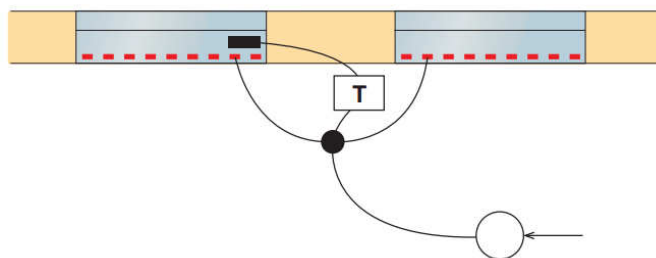


**Kuva 5.7.** Lattialämmityksen asennusperiaate ja termostaatti. [23]

Kuvasta 5.7. nähdään, että lattialämmitykset järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa lattialämmityskaapelit ja -elementit sekä niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi termostaatit. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Kiinteistön lattialämmityskaapelit ja -elementit sekä näiden ohjauslaitteet ja -laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.3.

”S263 Sähkölämmitteiset ikkunat” järjestelmä sisältää kiinteistön ikkunoihin toteutettavat lämmitykset. [19] Kuvassa 5.8. on esitetty sähkölämmitteisten ikkunoiden yksinkertaistettu periaatekuva.

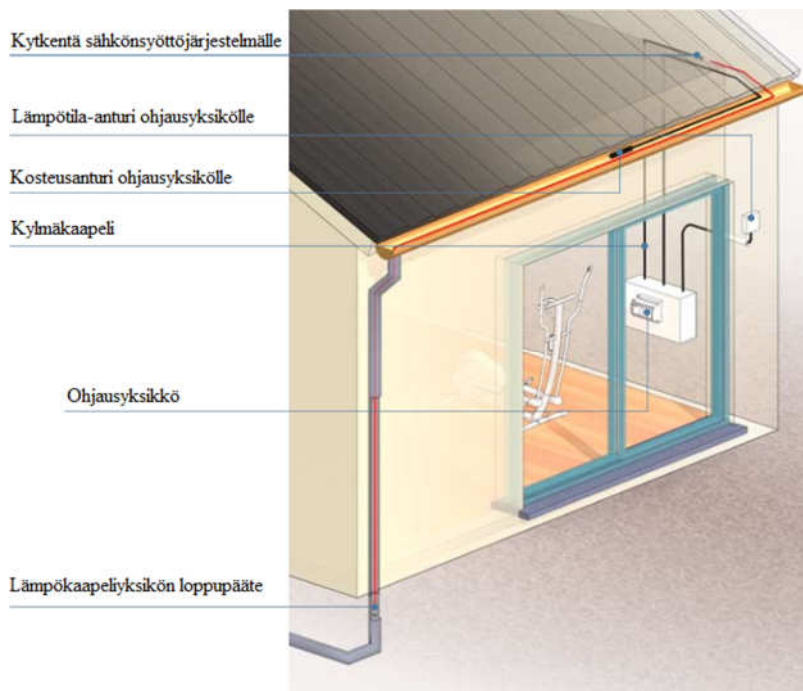


**Kuva 5.8.** ”S263 Sähkölämmitteisten ikkunoiden” yksinkertaistettu periaatekuva. [24]

Kuvasta 5.8. huomataan, että sähkölämmitteiset ikkunat järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa lämmitetyt ikkunaelementit ja niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi termostaatit. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Kiinteistön sähkölämmitteisten ikkunoiden lämmitys elementit ja niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.3.

”S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset” järjestelmä sisältää kiinteistön sadevesiputkistojen eli kourujen lämmitykset. Kuvassa 5.9. on esitetty sadevesijärjestelmän periaatekuva.

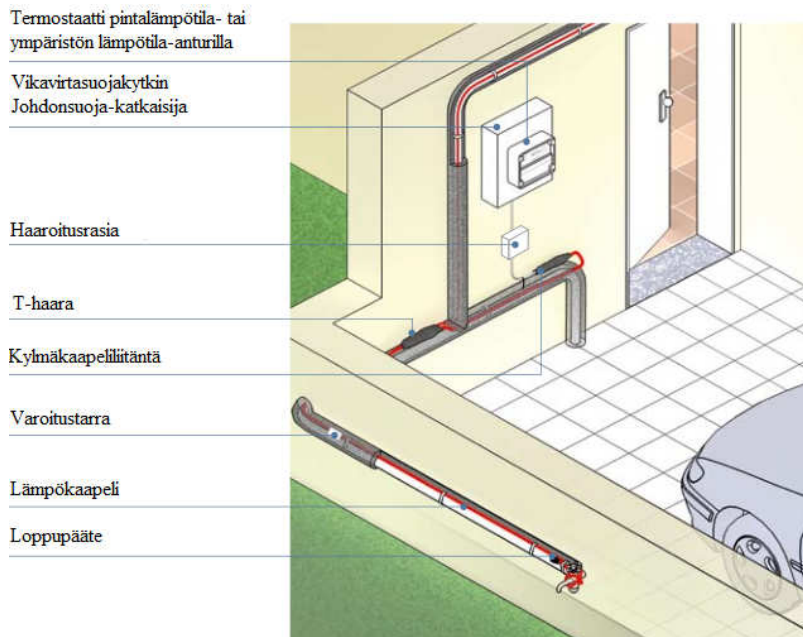


**Kuva 5.9.** ”S264 Sadevesijärjestelmän” periaatekuva. [25]

Kuvasta 5.9. nähdään, että sadevesijärjestelmien lämmitysjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa räystäskourujen syöksytorvien ja putkistojen lämmityskaapelit ja niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi termostaatit. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Kiinteistön sadevesijärjestelmän räystäskourujen syöksytorvien ja putkistojen lämmityskaapelit ja näiden ohjauslaitteet ja -laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on tarkasteltu enemmän luvussa 7.3.

”S265 Putkistojen saattolämmitykset” järjestelmä sisältää kiinteistössä lämmitystä tarvitsevien putkistojen lämmitykset. [19] Kuvassa 5.10. on esitetty putkistojen saattolämmityksen periaatekuva.



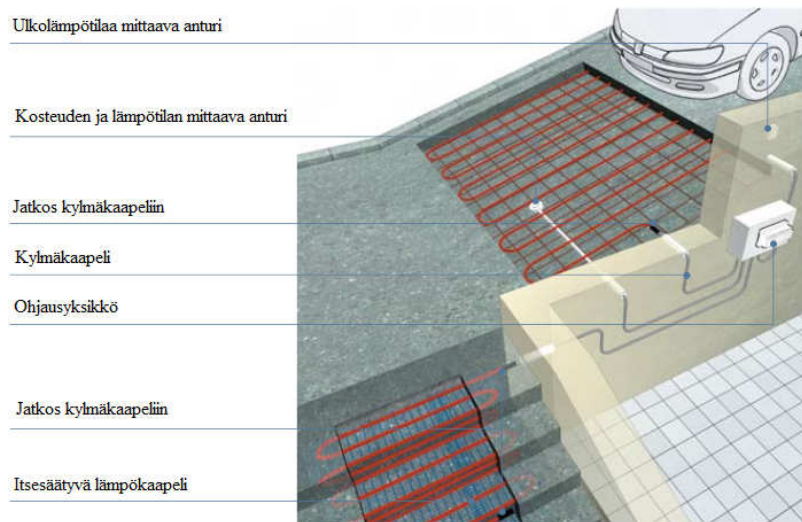
**Kuva 5.10.** ”S265 Putkistojen saattolämmityksen” periaatekuva. [25]

Kuvasta 5.10. huomataan, että putkistojen saattolämmitysjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa putkistojen lämmityskaapelit ja niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi termostaatit. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Kiinteistön putkistojen saattolämmityskaapelit ja näiden ohjauslaitteet ja laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.3.

”S266 Alueiden sulanapidot” järjestelmä sisältää kiinteistön ulkoalueiden sulanapitolämmitykset. Kiinteistön lämmitettäviä ulkoalueita ovat muun muassa liikennealueet ja istutukset. Kuvassa 5.11. on esitetty alueiden sulanapidon periaatekuva.





**Kuva 5.11.** ”S266 Alueiden sulanapidon” periaatekuva. [25]

Kuvasta 5.11. nähdään, että alueiden sulanapitojärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa sulanapitokaapelit ja -elementit ja niiden ohjauslaitteet ja -laitteistot, kuten esimerkiksi termostaatit. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Kiinteistön alueiden sulanapitokaapelit ja -elementit ja näiden ohjauslaitteet ja -laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.3.

### 5.3 S3 Tuotantolaitteiden sähkönjakelu ja sähköistys

Kolmas Sähköenergianjakelu- ja käyttöjärjestelmän pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää erillisen sähköenergian jakelujärjestelmän. Tämä jakelujärjestelmä palvelee kiinteistön tuotantolaitteisiin ja -järjestelmiin liitettyjä kuormituksia. [19] Tämä toinen pääryhmä on jaettu kuuteen eri alaryhmään: ”S31 Tuotantolaitteiden sähköenergian liittäminen ja tuotanto”, ”S32 Tuotantolaitteiden sähköenergian pääjakelu”, ”S33 Tuotantolaitteiden sähköistys”, ”S34 Tuotantolaitteiden sähköliitännä järjestelmät”, ”S35 Tuotannolliset valaistukset” ja ”S36 Tuotannolliset lämmitykset”.

Tuotantolaitteiden sähkönjakelun ja sähköistyksen alaryhmät ja niiden järjestelmät eivät kuluta sähköä, koska nämä järjestelmät, joko tuottavat sähköä tai niiden sisältämät osat ovat liitettyinä erillisiin sähköntuotantolaitteisiin. Tämän seurauksena tuotantolaitteiden sähkönjakelu ja sähköistys eivät vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

#### 5.3.1 S31 Tuotantolaitteiden sähköenergian liittäminen ja tuotanto

Ensimmäinen Tuotantolaitteiden sähkönjakelun ja sähköistyksen alaryhmä sisältää sähköenergian tuotantoon ja liittämiseen tarvittavat järjestelmät. Edellä mainitut järjestelmät palvelevat kiinteistön eri tuotantolaitteita ja -prosesseja. [19]



### 5.3.2 S32 Tuotantolaitteiden sähköenergian pääjakelu

Toinen Tuotantolaitteiden sähköjakelun ja sähköistyksen alaryhmä sisältää tuotantolaitteiden sähköenergian pääjakeluun tarvittavat järjestelmät. Nämä järjestelmät palvelevat kiinteistön eri tuotantolaitteita ja -prosesseja. [19] Tämä toinen alaryhmä on jaettu kahteen eri järjestelmään: ”S321 Keskijännitejakelujärjestelmä”, ”S322 Pääjakelujärjestelmä”.

”S321 Keskijännitejakelujärjestelmä” sisältää kiinteistön tuotantolaitteita palvelevan keskijännitejakelujärjestelmän. Tuotantolaitteiden keskijännitejakelujärjestelmään sisältyvät kaikki tuotantolaitteiden keskijännitejärjestelmän laitteet ja kaapeliyhteydet. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa tuotantolaitteiden keskijännitekaapeloinnit ja -kojeistot sekä muuntajat. [19]

”S322 Pääjakelujärjestelmä” sisältää erillisen kiinteistön tuotantolaitteita palvelevan sähköenergian pääjakelujärjestelmän. Tuotantolaitteiden pääjakelujärjestelmään sisältyvät kaikki pääjakelujärjestelmän laitteet ja yhteydet. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa tuotantolaitteiden pääkeskuksen syöttöjärjestelmät, tuotantolaitteita palvelevat sähköpääkeskukset ja jakokeskukset, maadoitukset, loistehon kompensointilaitteet, yliaaltojen suodatuslaitteet, ylijännitesuojaukset, sähköenergian mitaukset sekä keskusten väliset kaapeloinnit. [19]

### 5.3.3 S33 Tuotantolaitteiden sähköistys

Kolmas Tuotantolaitteiden sähköjakelun ja sähköistyksen alaryhmä sisältää tuotantolaitteiden ja -prosessien sähköistykseen tarvittavat järjestelmät. [19] Tämä kolmas alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: ”S333 Tuotantolaitteiden ja -laitteistojen sähköistys”.

”S333 Tuotantolaitteiden ja -laitteistojen sähköistys” järjestelmä sisältää erilliseen tuotantolaitteiden sähköjakeluun liitettyjen tuotantolaitteiden, -laitteistojen ja -prosessien sähköistyksen. [19] Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa tuotantoon liitettyjen laitteiden ja laitteistojen ohjauslaitteet ja -järjestelmät, kaapeloinnit, tuotantolaitteiden liitännäisosat sekä tuotantolaitteistojen sisäiset yhteydet. [19]

### 5.3.4 S34 Tuotantolaitteiden sähköliitäntäjärjestelmät

Neljäs Tuotantolaitteiden sähköjakelun ja sähköistyksen alaryhmä sisältää kiinteistön tuotantoa palvelevat sähköliitäntäjärjestelmät. [19] Tämä neljäs alaryhmä on jaettu kahteen eri järjestelmään: ”S341 Pistorasiat” ja ”S343 Jakelukiskojärjestelmä”.

”S341 Pistorasiat” järjestelmä palvelee erillisiä kiinteistön tuotantolaitteiden sähköjakeluun liitettyjä tuotantolaitteita. Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa tuotantolaitteiden pistorasioiden ohjauslaitteet ja -järjestelmät, kaapeloinnit sekä pistorasiat. [19]

”S345 Jakelukiskot” järjestelmä palvelee erillisiä kiinteistön tuotantolaitteiden sähköjakeluun liitettyjä tuotantolaitteita. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun

muassa tuotantolaitteisiin liitetyt jakelukiskot ja niiden syöttökaapeli, pääkytkimet, syöttöosat sekä virranottimet. [19]

### 5.3.5 S35 Tuotannolliset valaistukset

Viides Tuotantolaitteiden sähkönjakelun ja sähköistyksen alaryhmä sisältää tuotantoon liittyvät ja palvelevat valaistujärjestelmät. [19] Tämä viides alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: *"S351 Valaistukset"*.

*"S351 Valaistukset"* järjestelmä sisältää erilliseen kiinteistön tuotantolaitteiden sähköjakeluun liitetyt valaistukset. [19] Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa tuotantolaitteisiin liitettyjen valaisimien ohjauslaitteet ja -järjestelmät, kaapeloinnit sekä valaisimet. [19]

### 5.3.6 S36 Tuotannolliset lämmitykset

Kuudes ja viimeinen Tuotantolaitteiden sähkönjakelun ja sähköistyksen alaryhmä sisältää tuotantoon liittyvät ja palvelevat lämmitysjärjestelmät. [19] Tämä kuudes ja viimeinen alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: *"S361 Lämmitykset"*.

*"S361 Lämmitykset"* järjestelmä sisältää erilliseen kiinteistön tuotantolaitteiden sähkönjakeluun liitetyt tuotannolliset lämmitykset. [19] Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa tuotantolaitteisiin liitettyjen lämmitysten ohjauslaitteet ja -järjestelmät, kaapeloinnit sekä lämmityslaitteet. [19]

## 5.4 S4 Varavoimajärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset

Neljäs Sähköenergianjakelu- ja käyttöjärjestelmän pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kiinteistön erillisen varavoimajärjestelmän sekä siihen liitetyt tuotantolaitteet ja kuormitukset. [19] Tämä neljäs pääryhmä on jaettu kuuteen eri alaryhmään: *"S41 Varavoiman tuotanto"*, *"S42 Varavoiman pääjakelu"*, *"S43 Varavoimaan liitettyjen laitteiden ja laitteistojen sähköistys"*, *"S44 Varavoimaan liitetyt sähköliitännäjäjärjestelmät"*, *"S45 Varavoimaan liitetyt valaistusjärjestelmät"* ja *"S46 Varavoimaan liitetyt lämmitys järjestelmät"*.

Varavoimajärjestelmä ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmät ja niiden järjestelmät eivät kuluta sähköä, koska tämän järjestelmän osat ovat liitettyinä erilliseen varavoimakoneeseen, joka tuottaa näiden sähkölaitteiden tarvitseman sähkön. Tämän seurauksena varavoimajärjestelmä ei vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

### 5.4.1 S41 Varavoiman tuotanto

Ensimmäinen Varavoimajärjestelmän ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kiinteistön varavoiman tuottamista ja varasähköliittymiä palvelevat järjestelmät. [19] Tämä ensimmäinen alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: *"S412 Varavoiman tuotantojärjestelmä ja -laitteisto"*.

*"S412 Varavoiman tuotantojärjestelmät ja -laitteistot"* sisältävät kiinteistön varavoimajärjestelmän tuotantolaitteet ja siihen liitettyt kuormitukset. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa varavoimalaitteistot ja -koneet sekä yhteydet varavoiman pääjakeluun. [19]

#### **5.4.2 S42 Varavoiman pääjakelu**

Toinen Varavoimajärjestelmän ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kiinteistön varavoiman pääjakeluun tarvittavat järjestelmät. [19] Tämä toinen alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: *"S422 Pääjakelujärjestelmä"*.

*"S422 Pääjakelujärjestelmä"* sisältää kiinteistön varavoiman pääjakelun laitteineen ja yhteyksineen. [19] Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa varavoiman pääkeskus, jakokeskukset ja maadoitukset. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

#### **5.4.3 S43 Varavoimaan liitettyjen laitteiden ja laitteistojen sähköistys**

Kolmas Varavoimajärjestelmän ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kiinteistön varavoimaan liitettävien laitteiden ja laitteistojen sähköistykseen tarvittavat järjestelmät. [19] Tämä kolmas alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: *"S431 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys"*.

*"S431 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys"* järjestelmä sisältää kiinteistön varavoimaan liitettyjen laitteiden ja laitteistojen sähköliitännät. [19] Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa varavoima järjestelmään liitettyjen laitteiden ja laitteistojen liitännäosat. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

#### **5.4.4 S44 Varavoimaan liitetty sähköliitäntäjärjestelmät**

Neljäs Varavoimajärjestelmän ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kiinteistön varavoimaverkkoon liitettyt sähköliitännät. [19] Tämä neljäs alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: *"S441 Pistorasiat"*.

*"S441 Pistorasiat"* järjestelmä sisältää kiinteistön varavoimaan liitettyt pistorasiat. Järjestelmään kuuluvat varavoimaan liitettyt yksi- ja kolmivaiheiset pistorasiat. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

#### **5.4.5 S45 Varavoimaan liitetty valaistusjärjestelmät**

Viides Varavoimajärjestelmän ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kiinteistön varavoimaverkkoon liitetty valaistusjärjestelmät. [19] Tämä viides alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: *"S451 Valaistukset"*.

*"S451 Valaistukset"* järjestelmä sisältää kiinteistön varavoimaan liitetty valaistusjärjestelmät. Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa varavoimaan liitettyjen valaisimien ohjauslaitteet, kaapeloinnit ja valaisimet. [19]

#### 5.4.6 S46 Varavoimaan liitetyt lämmitysjärjestelmät

Kuudes ja viimeinen Varavoimajärjestelmän ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kiinteistön varavoimaverkkoon liitetyt lämmitysjärjestelmät. [19] Tämä kuudes ja viimeinen alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: ”S461 Lämmitykset”.

”S461 Lämmitykset” järjestelmä sisältää kiinteistön varavoimaan liitetyt lämmitykset. Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa varavoimaan liitettyjen lämmityksien ohjauslaitteet ja -järjestelmät, kaapeloinnit sekä lämmityslaitteet. [19]

### 5.5 S5 UPS-jakelujärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset

Viides Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmän pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kiinteistön UPS-jakelujärjestelmän, johon kuuluu UPS-sähkön tuotantolaitteet sekä UPS-jakeluun liitetyt kuormitukset. [19] Tämä viides pääryhmä on jaettu viiteen eri alaryhmään: ”S51 UPS-jakelun tuotantojärjestelmät ja -laitteistot”, ”S52 UPS-pääjakelu”, ”S53 UPS-jakeluun liitettyjen laitteiden sähköistys”, ”S54 UPS-jakeluun liitetyt sähköliitäntäjärjestelmät” ja ”S55 UPS-jakeluun liitetyt valaistusjärjestelmät”.

UPS-jakelujärjestelmä ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmät sekä niiden järjestelmät, lukuun ottamatta alaryhmää ”S51 UPS-jakelun tuotantojärjestelmät ja -laitteistot” ja sen järjestelmiä, eivät kuluta sähköä, koska tämän järjestelmän osat ovat liitettynä erilliseen UPS-laitteeseen, joka tuottaa näiden sähkölaitteiden tarvitseman tehon. Tämän seurauksena UPS-jakelujärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset tuotantojärjestelmiä sekä – laitteistoja lukuun ottamatta ei vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

#### 5.5.1 S51 UPS-jakelun tuotantojärjestelmät ja -laitteistot

Ensimmäinen UPS-jakelujärjestelmän ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kiinteistön UPS-sähkön tuottamiseen tarvittavat järjestelmät. Vaatimuksena kiinteistön UPS-sähkölle on se, että sen on oltava jatkuvaa. [19] Tämä ensimmäinen alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: ”S512 UPS-laitteet ja -laitteistot”.

”S512 UPS-laitteet ja -laitteistot” -järjestelmä sisältää kiinteistön katkottoman UPS-sähkön tuotantolaitteet ja -laitteistot. Nämä tuotantolaitteet ja -laitteistot palvelevat UPS-jakelujärjestelmää. [19] Kuvassa 5.12. on esitetty erilaisia kiinteistöön asennettavia UPS-laitteita.



**Kuva 5.12.** UPS-laitteita. [26]

UPS-laitteet ja -laitteistot järjestelmään kuuluu UPS-laitteiden lisäksi yhteydet UPS-järjestelmään. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

UPS-laitteet ja -laitteistot ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.1.

### **5.5.2 S52 UPS-pääjakelu**

Toinen UPS-jakelujärjestelmän ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää UPS-sähköllä varmennetun kiinteistön pääjakeluun tarvittavat järjestelmät. [19] Tämä toinen alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: ”S522 Pääjakelujärjestelmä”.

”S522 Pääjakelujärjestelmä” sisältää kiinteistön UPS-varmennetun ja katkottoman sähköenergian pääjakelujärjestelmän laitteineen ja yhteyksineen. [19] Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa UPS-varmennetun pääjakelujärjestelmän UPS-pää- ja jakokeskukset sekä maadoitukset. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

### **5.5.3 S53 UPS-jakeluun liitettyjen laitteiden sähköistys**

Kolmas UPS-jakelujärjestelmän ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kiinteistön UPS-jakeluun liitettyjen laitteiden ja laitteistojen sähköistyksen. [19] Tämä kolmas alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: ”S531 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys”.

”S531 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys” järjestelmä sisältää kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköliitännät, jotka ovat liitettynä UPS-jakeluun. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa UPS-jakeluun liitettyjen laitteiden ja laitteistojen liitäntäosat ja kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

#### 5.5.4 S54 UPS-jakeluun liitetyt sähköliitännäjärjestelmät

Neljäs UPS-jakelujärjestelmän ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kiinteistön UPS-jakeluun liitetyt sähköliitännäjärjestelmät. [19] Tämä neljäs alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: ”S541 Pistorasiat”.

”S541 Pistorasiat” -järjestelmä sisältää kiinteistön UPS-jakeluun liitetyt pistorasiat. Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa UPS-jakeluun liitetyt yksi- ja kolmivaihepistorasiat sekä tarvittavat kaapeloinnit. [19]

#### 5.5.5 S55 UPS-jakeluun liitetyt valaistusjärjestelmät

Viides ja viimeinen UPS-jakelujärjestelmän ja siihen liitettyjen kuormitusten alaryhmä sisältää kiinteistön UPS-jakeluun liitetyt valaistusjärjestelmät. [19] Tämä viides ja viimeinen alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: ”S551 Valaistukset”.

”S551 Valaistukset” järjestelmä sisältää kiinteistön UPS-jakeluun liitetyt valaistusjärjestelmät. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa UPS-jakeluun liitetyt valaisimet ja niiden ohjauslaitteet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

### 5.6 S6 Turvavalaisusjärjestelmä

Kuudes Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmän pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää valaistusjärjestelmän, joka palvelee kiinteistön turvallisuutta ja toiminnan jatkumista. [19] Tämä kuudes pääryhmä on jaettu kolmeen eri alaryhmään: ”S61 Poistumisvalaistus”, ”S62 Varavalaisus” ja ”S63 Hätävalaistus”.

#### 5.6.1 S61 Poistumisvalaistus

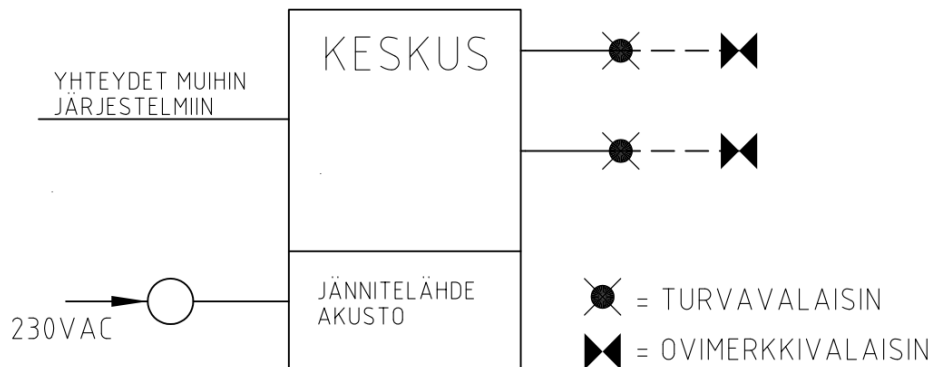
Ensimmäinen Turvavalaisusjärjestelmän alaryhmä sisältää kiinteistön hätätilanteessa tapahtuvan kiinteistöstä poistumisen ja toiminnan turvalliseen päättämiseen tarkoitetun opastus- ja valaistusjärjestelmät. [19] Tämä ensimmäinen alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: ”S610 Poistumishälytysjärjestelmä”.

”S610 Poistumisvalaistusjärjestelmä” sisältää kiinteistön poistumisteiden valaistuksen ja poistumisteitä näyttävän merkkivalaistuksen. Näiden valaistuksien tarkoituksena on varmistaa, että hätätilanteissa kiinteistön käyttäjien keskeneräiset toiminnot saadaan saatettua loppuun turvallisesti ja ihmiset pääsevät turvallisesti poistumaan kiinteistöstä.

Poistumisvalaistus koostuu kahdesta erilaisesta valaisimesta: turvavalaisimista ja ovimerkkivalaisimista. Turvavalaisimet toimivat kiinteistön hätätilanteissa ja valaistuksen vikatilanteissa. Näiden valaisimien tarkoituksena on valaista kiinteistön poistumisreitit sekä yleiset tilat. Ovimerkkivalaisimet toimivat aina ja ne osoittavat kiinteistön poistumisovet ja -reitit sekä valaisevat oviaalueita.

Kuvassa 5.13. on esitetty poistumisvalaistusjärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 5.13. huomataan, että järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa

assa poistumisvalaistuskeskus sekä poistumisreittien turva- ja opastevalaisimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]



**Kuva 5.13.** ”S610 Poistumisvalaistusjärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 5.13. nähdään, että kiinteistön poistumisvalaistusjärjestelmän ovi- ja turvalaisimet on liitetty niitä palvelevaan omaan poistumisvalaistusjärjestelmän keskukseen ja keskus on kytkettynä sähköverkkoon. Tässä tapauksessa järjestelmän sähkönkulutus riippuu keskuksen ja valaisimien yhteisistä tehoista sekä niiden käyttöajoista.

Lisäksi poistumisvalaistusjärjestelmä voidaan toteuttaa pelkkiä ovimerkkivalaisimia käyttäen. Tällöin ovimerkkivalaisimet on kytkettynä suoraan sähköverkkoon ilman erillistä poistumisvalaistusjärjestelmän keskusta. Tässä tapauksessa järjestelmän sähkönkulutus riippuu käytettyjen ovimerkkivalaisimien kappalemäärästä, käyttöajasta ja niiden tehoista. Järjestelmän käyttöaikaa ja sähkönkulutusta on tarkasteltu enemmän luvussa 7.8.

### 5.6.2 S62 Varavalaistus

Toinen Turvavalaistusjärjestelmän alaryhmä sisältää eri tarkoituksia palvelevan varavalaistusjärjestelmän. [19] Varavalaistus ei yleensä koske koko kiinteistöä, vaan se hankitaan vain osaan kiinteistössä oleviin tiloihin, kuten esimerkiksi työskentelyyn ja turvallisuuteen liittyviin tiloihin. Tämä toinen alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: ”S620 Varavalaistusjärjestelmä”.

”S620 Varavalaistusjärjestelmä” sisältää toimivan varavalaistuksen, jota tarvitaan tavallisen valaistuksen vikatilanteissa ja sähkökatkojen aikana. Valaistuksen tarkoituksena on taata, että kiinteistön käyttäjien toimintaa voidaan turvallisesti jatkaa tai se voidaan turvallisesti päättää sähkön katkettua.

Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus ja valaisimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. Varavalaistuksina voidaan käyttää myös kiinteistön tiloissa olevia tavallisia valaisimia. [19]

Varavalaistusjärjestelmää ei kiinteistöihin kuitenkaan yleensä toteuteta, vaan niiden turvavalaistusjärjestelmä toteutetaan edellä esitetyn ”S610 Poistumisvalaistusjärjestelmän” avulla. Tämän seurauksena varavalaistusjärjestelmä on rajattu tämän työn ulkopuolelle.

### 5.6.3 S63 Hätävalaistus

Kolmas ja viimeinen Turvavalistusjärjestelmän alaryhmä sisältää eri tarkoituksia palvelevan hätävalistusjärjestelmän. [19] Tämä kolmas ja viimeinen alaryhmä sisältää yhden järjestelmän: ”S630 Hätävalistusjärjestelmä”.

”S630 Hätävalistusjärjestelmä” sisältää viranomais määräysten mukaisen kiinteistön hätävalistuksen. Hätävalaistus toteutetaan yleensä kiinteistön väestönsuojatiloihin.

Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus, valaisimet ja niiden ohjauslaitteet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Erillistä hätävalistusjärjestelmää ei kiinteistöjen väestönsuojatiloihin kuitenkaan yleensä toteuteta, vaan näiden tilojen turvavalistusjärjestelmä toteutetaan edellä esitetyn koko kiinteistön kattavan ”S610 Poistumisvalistusjärjestelmän” avulla. Tästä johdun hätävalistusjärjestelmä on rajattu tämän työn ulkopuolelle.

## 5.7 S7 Muut järjestelmät

Seitsemäs ja viimeinen Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmän pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kaikki muut sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmiksi luettavat erikoisjärjestelmät. [19] Tämä seitsemäs ja viimeinen pääryhmä on jaettu kahteen eri järjestelmään: ”S710 Ukkossuojausjärjestelmä” ja ”S720 Häiriötön potentiaalintasausjärjestelmä”.

Tämän pääryhmän järjestelmiin kuuluvat osat eivät ole kytkettyinä sähköverkkoon, joten järjestelmät eivät kuluta sähköä. Tämän seurauksena järjestelmät eivät myöskään vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

”S710 Ukkossuojausjärjestelmä” suojaa kiinteistöä ja sen sisällä olevaa irtaimistoa sekä henkilöitä suoralta tai epäsuoralta salamaniskulta. [19] Suora salamanisku iskee suoraan kiinteistöön ja epäsuorassa iskussa salama iskee esimerkiksi kiinteistön liittymisjohtoihin, joiden kautta se siirtyy edelleen kiinteistöön.

Ukkossuojausjärjestelmä toteutetaan, jos kiinteistö sijaitsee sellaisella paikalla, jossa ukkosmyrskyt ja salamointi ovat yleisiä. Lisäksi rakentamismääräykset sekä vakuutusyhtiöt voivat vaatia kiinteistön suojaamista ukonilmoilta. Myös kiinteistön omistaja voi halutessaan toteuttaa ukkossuojausjärjestelmän kiinteistöön mahdollisten salamaiskujen aiheuttamien vahinkojen minimoimiseksi. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa maadoituselektrodit, ukkosjohdot sekä salamanvangitsijat.

”S720 Häiriötön potentiaalintasausjärjestelmä” sisältää kiinteistöön toteutettavan erillisen ja häiriöttömän potentiaalintasausjärjestelmä verkoston liitäntäpisteineen. Järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa potentiaalintasausjohdot ja liitäntäpisteet. [19]



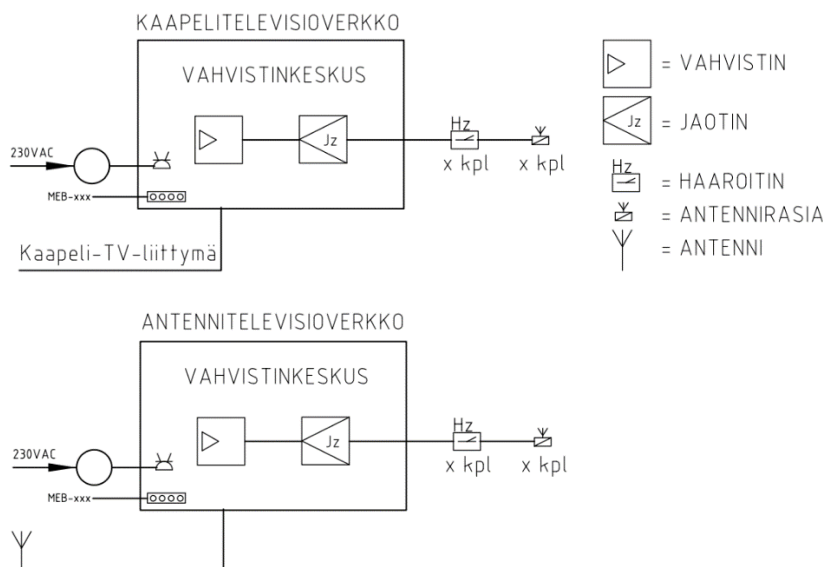
## 6 TIETOTEKNISET JÄRJESTELMÄT

S2010-sähkönimikkeistön toinen pääjärjestelmälohko sisältää kaikki kiinteistössä olevat tietotekniset järjestelmät. Kaikkien tämän pääjärjestelmälohkon alla olevilla järjestelmillä yhteistä on se, että niiden laitteistoissa käsitellään ja yhteyksissä välitetään tietoa, viestejä, kuvaa, ääntä tai merkinantoja. [19] Tämän pääjärjestelmän lohkon alla olevien järjestelmien tunnukset alkavat kirjaintunnuksella *T*. Tietotekniset järjestelmät on jaettu alla esitettyihin kahdeksaan eri pääryhmään.

### 6.1 T1 Tietoverkko- ja viestintäjärjestelmät

Ensimmäinen Tietoteknisten järjestelmien pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kiinteistöön toteutettavat yhteiskäyttöiset viestintä- ja tietoverkkojärjestelmät. [19] Tietoverkko- ja viestintäjärjestelmä on jaettu kuuteen eri järjestelmään: ”*T110 Antennijärjestelmä*”, ”*T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä*”, ”*T130 Yleiskaapelointijärjestelmä*”, ”*T140 Puhelinjärjestelmä*”, ”*T150 Ovipuhelinjärjestelmä*” ja ”*T160 Lähiverkkojärjestelmä*”.

”*T110 Antennijärjestelmä*” sisältää kaikki tarvittavat laitteet ja liitännät yleisten televisio- ja radio-ohjelmien vastaanottamiseksi sekä välittämiseksi. [19] Kuvassa 6.1. on esitetty antennijärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen sekä kaksi vaihtoehtoista tapaa kiinteistöjen antennijärjestelmän toteuttamiseksi. Kuvasta 6.1. huomataan, että kiinteistöjen televisio- ja radio-ohjelmat vastaanotetaan, joko järjestelmään liitetyillä antennilla (antennitelevisioverkko) tai ne otetaan suoraan kaapelitelevisioverkosta.

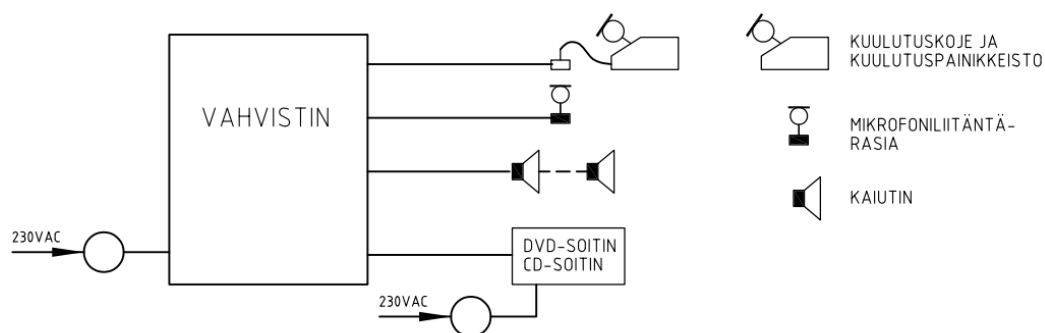


**Kuva 6.1.** ”*T110 Antennijärjestelmä*” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.1. nähdään, että antennijärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa mahdollinen kaapelitelevioliittymä tai mahdolliset antennit, vahvistinkeskus, joka sisältää verkon vahvistimen, erilaiset jaottimet ja haaroittimet sekä antenniliitäntäpisteet eli antennirasiat. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat laitteiden väliset kaapeloinnit ja maadoitukset. [19]

Kuvasta 6.1. huomataan, että antennijärjestelmän vahvistinkeskus on kytkettynä sähköverkkoon. Keskukseen sisällä olevat vahvistimet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.6.

”T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä” sisältää kaikki tarvittavat laitteet ja kaapeloinnit kiinteistön yhteisten äänentoiston ja kuulutuksien välittämiseksi. [19] Äänentoistojärjestelmä välittää enimmäkseen haluttuja puhe- ja musiikkiohjelmia esimerkiksi radio-ohjelmia, kuulutuksia, mainoksia ja musiikkia, joita voidaan välittää CD-soittimista tai muista musiikin toistamiseen tarkoitetuista äänilähdelaitteista. Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmää voidaan käyttää myös kiinteistön hätätilanteissa toistamaan valmiiksi nauhoitettuja tai kuuluttajan lähettämiä hätäkuulutuksia. Kuvassa 6.2. on esitetty äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmän yksinkertaistettu kaavio, jossa näkyy järjestelmän pääosat ja tarvittavat kaapeloinnit.



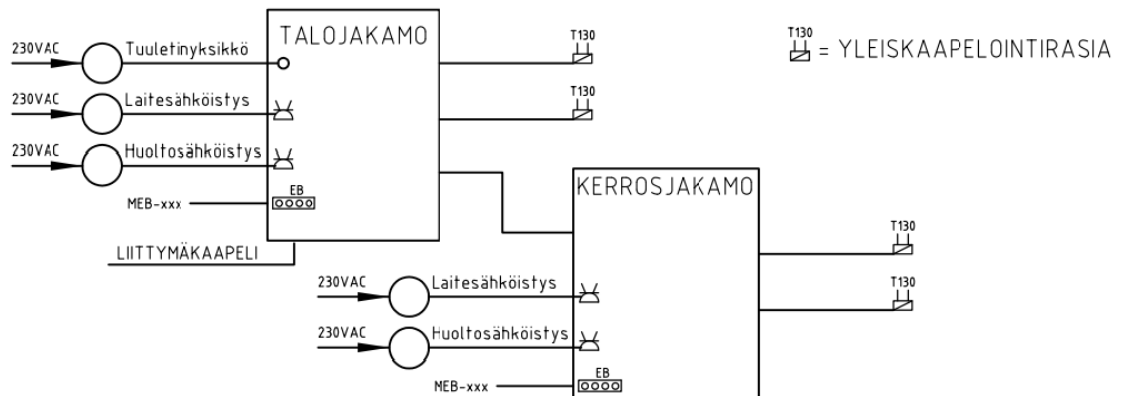
**Kuva 6.2.** ”T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.2. nähdään, että äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmän vahvistin ja muut musiikin toistamiseen tarvittavat äänilähdelaitteet (DVD-soitin, CD-soitin) ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehojen suuruuksia on tarkasteltu enemmän luvussa 7.6

”T130 Yleiskaapelointijärjestelmä” sisältää kiinteistössä kaikki voimassa olevien yleiskaapelointistandardien mukaisesti toteutetun tietoliikennekaapelointijärjestelmän. [19] Yleiskaapelointijärjestelmässä toteutetaan monien eri sähköteknisten tietojärjestelmien kaapeloinnit samaa kaapeliverkkoa käyttäen.

Kuvassa 6.3. on esitetty yleiskaapeloinnin yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.3. nähdään, että yleiskaapelointijärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa tietoliikenneliittymä, erilaiset ja erikokoiset jakamot sekä yleiskaapeloinnin liitäntäpis-

teet eli yleiskaapelointirasiat. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki jakamoiden ja yleiskaapelointirasioidenväliset kaapeloinnit sekä tarvittavat maadoitukset. [19]



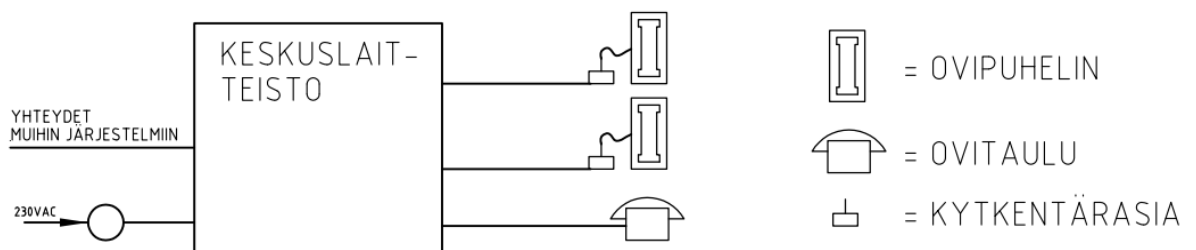
**Kuva 6.3.** ”T130 Yleiskaapelointijärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvassa 6.3. olevat talo- ja kerrosjakamot sisältävät järjestelmän tarvitsemat sähkölaitteet, jotka ovat liitetty jakamoissa oleviin pistorasiapaneeliin. Nämä paneeliin liitetyt sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaika ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.6.

”T140 Puhelinjärjestelmä” on puheyhteyksien välittämiseen toteutettu järjestelmä ja se sisältää joko perinteisen puhelinjärjestelmän, VoIP-puhelinjärjestelmän eli IP-puhelinjärjestelmän tai näiden yhdistelmän hybridijärjestelmän. Tätä järjestelmää ei nykyään enää toteuteta kiinteistöön erillisenä järjestelmänä, vaan se sisältyy edellä esitettyyn ”T130 Yleiskaapelointijärjestelmään”.

”T150 Ovipuhelinjärjestelmä” sisältää yhteyden, joka toteutetaan kiinteistön kulkuovilta kiinteistön eri tiloihin. Yhteydet ovat joko ääni- tai kuvayhteyksiä ja ne toteutetaan äänitoimisten merkinanto- ja viestiyhteyslaitteiden avulla. Lisäksi järjestelmään on mahdollista liittää myös ovien avauslaitteita.

Kuvassa 6.4. on esitetty ovipuhelinjärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.4. huomataan, että ovipuhelinjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskuslaitteisto, ovikojeet eli ovitaulut, vastauskojeet eli ovipuhelimet sekä tarvittavat kytkentärasiat. [19] Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet muihin sähköjärjestelmiin, kuten esimerkiksi tässä luvussa esitettyyn ”T130 Yleiskaapelointijärjestelmään” sekä luvussa 6.5 esitettyyn ”T520 Kulunvalvontajärjestelmään”.



**Kuva 6.4.** *”T150 Ovipuhelinjärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.*

Kuvasta 6.4. nähdään, että ovipuhelinjärjestelmän ovipuhelimet ja ovitaulu on liitetty niitä palvelevaan omaan keskuslaitteistoon, johon kuuluvat muun muassa keskuslaite, muuntaja ja mahdolliset virtalähteet. Keskuslaitteisto on kytkettynä sähköverkkoon. Tämä keskuslaitteisto ja siihen liitetyt laitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.6

”T160 Lähiverkkojärjestelmä” sisältää kiinteistön sisäisen verkkojärjestelmän. Lähiverkkojärjestelmä välittää kiinteistön sisäistä tietoliikennettä ja sitä hallinnoi yksi nimetty organisaatio. Yhteydet järjestelmään toteutetaan joko kaapeleilla tai langattomasti. Tunnetuimpia lähiverkkojärjestelmiä ovat WLAN- ja Ethernet-järjestelmät.

Lähiverkkojärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa tarvittavat jakamolaitteet, kuten esimerkiksi tukiasemat ja reitittimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

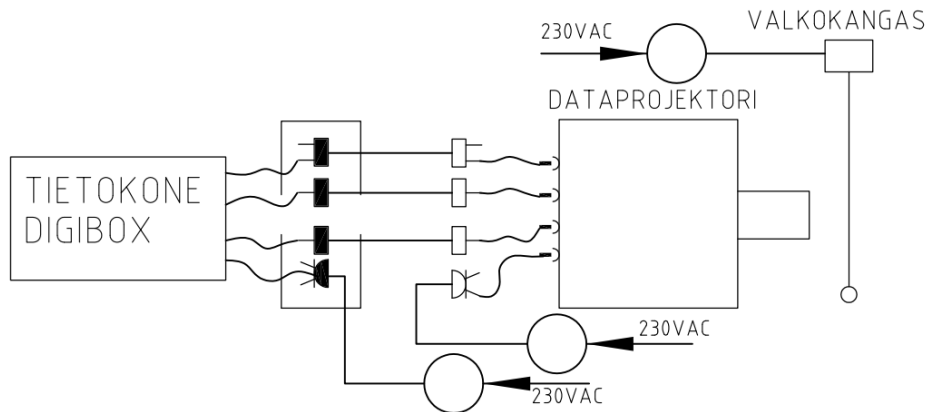
Lähiverkkojärjestelmän sähkölaitteet esimerkiksi tukiasemat ja reitittimet ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköenergiaa ja ne ovat yleensä sijoitettuna edellä esitetyn ”T130 Yleiskaapelointijärjestelmän” talo- ja kerrosjakamoihin. Tästä johtuen järjestelmän sähköenergian kulutus on sisällytetty ”T130 Yleiskaapelointijärjestelmän” sähköenergian kulutukseen.

## 6.2 T2 Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät

Toinen Tietoteknisten järjestelmien pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kiinteistön yksittäisiin tiloihin toteutettavat kuva- ja äänijärjestelmät. [19] Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät on jaettu kuuteen eri järjestelmään: ”T210 AV-järjestelmä”, ”T220 Kuvanesitysjärjestelmä”, ”T230 Esitysäänentoistojärjestelmä”, ”T240 Kuulolaitejärjestelmä”, ”T250 Konferenssijärjestelmä” ja ”T260 Videoneuvottelujärjestelmä”.

”T210 AV-järjestelmä” sisältää kiinteistön yksittäisissä tiloissa tai tilaryhmissä sijaitsevat ja esityksissä esimerkiksi kuvanesitys- ja äänentoistoesityksissä käytettävät laitteistot ja laitteistokokonaisuudet sekä niitä palvelevat ohjausjärjestelmät ja yhteydet. [19] AV-järjestelmä koostuu kuvanesitys-, esitysäänentoisto- ja kuulolaitejärjestelmien laitteista, joten tämän järjestelmän sähköenergian kokonaiskulutus on pilkottu edellä mainittuihin järjestelmiin. Tämän seurauksena AV-järjestelmän sähkönkulutus saadaan järjestelmien ”T220 Kuvanesitysjärjestelmän”, ”T230 Esitysäänentoistojärjestelmän” ja ”T240 Kuulolaitejärjestelmän” sähkökulutuksia käsitellessä.

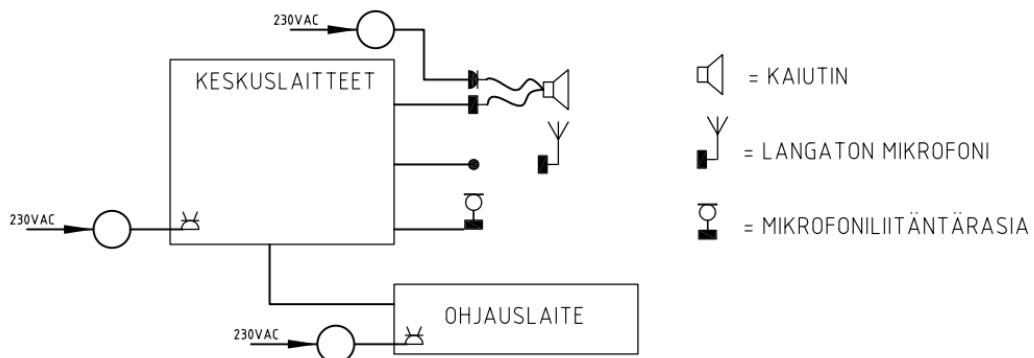
”T220 Kuvanesitysjärjestelmä” sisältää kiinteistön yksittäisissä tiloissa tai tilaryhmissä pidettävissä esityksissä tarvittavat kuvanesityslaitteistot ja -yhteydet. [19] Kuvassa 6.5. on esitetty kuvanesitysjärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.5. huomataan, että kuvanesitysjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa kuvanesityslaitteet (dataprojektorit, televisio, tietokone, digibox) ja sähkötoiminen valkokangas. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]



**Kuva 6.5.** "T220 Kuvanesitysjärjestelmän" yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.5. nähdään, että kuvanesitysjärjestelmän kuvanesityslaitteet ja sähkötoiminen valkokangas ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.9.

"T230 Esitysäänentoistojärjestelmä" sisältää kiinteistön yksittäisissä tiloissa tai tilaryhmissä pidettävissä esityksissä tarvittavat äänentoistolaitteet ja -yhteydet. [19] Kuvassa 6.6. on esitetty esitysäänentoistojärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.6. huomataan, että esitysäänentoistojärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa ohjaus- ja keskuslaitteet, kaiuttimet sekä muut äänentoistolähteet esimerkiksi mikrofonit. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]



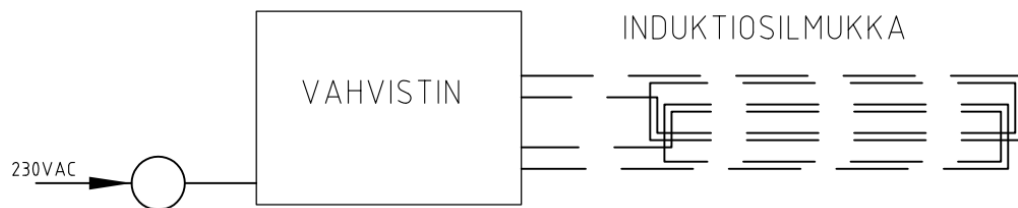
**Kuva 6.6.** "T230 Esitysäänentoistojärjestelmän" yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.6. nähdään, että esitysäänentoistojärjestelmän keskus- ja ohjauslaitteet sekä kaiuttimet ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on tarkasteltu enemmän luvussa 7.9.

"T240 Kuulolaitejärjestelmä" sisältää kiinteistön tila- ja tilaryhmäkohtaiset infrapunalähettimet ja induktiosilmukat yhteyksineen. Kuulolaitejärjestelmä palvelee kuulo-

laitteita käyttäviä henkilöitä siten, että puhe tai ohjelma vahvistetaan siihen tarkoitettulla laitteistolla ja se edelleen lähetetään kuulolaitteeseen esimerkiksi induktiosilmukan avulla. Infrapunälähetintä kuulolaittejärjestelmässä käytetään silloin, kun kiinteän induktiosilmukan asentaminen ei kiinteistön tilaan onnistu.

Kuvassa 6.7. on esitetty kuulolaittejärjestelmän yksinkertaistettu kaavio, kun äänen vahvistuksessa käytetään induktiosilmukkaa. Kuvasta 6.7 huomataan, että kuulolaittejärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa silmukkavahvistimet, tilojen induktiosilmukat. Tämä järjestelmä voidaan toteuttaa myös käyttämällä infrapunälähettä ja vastaanottimia. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

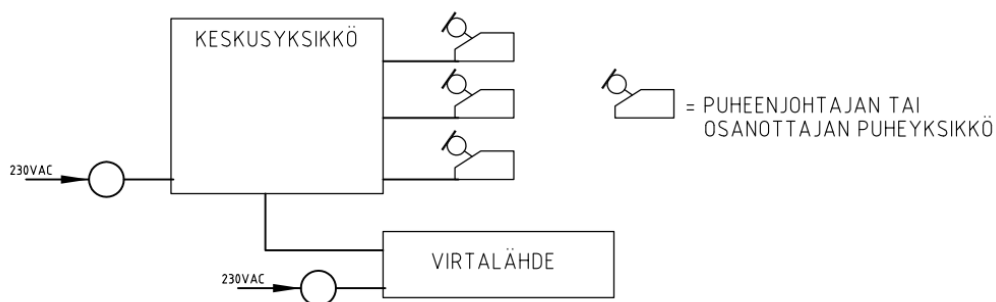


**Kuva 6.7.** "T240 Kuulolaittejärjestelmän" yksinkertaistettu kaavio induktiosilmukalla.

Kuvasta 6.7. nähdään, että kuulolaittejärjestelmän induktiosilmukan vahvistin on kytkettynä sähköverkkoon. Tämä vahvistin ja mahdollinen infrapunälähetin kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on tarkasteltu enemmän luvussa 7.9.

"T250 Konferenssijärjestelmän" avulla voidaan toteuttaa konferenssi- ja paneelikeskusteluja. Järjestelmä toteutetaan siten, että kiinteistön yksittäisten tilojen esitysäänentoistojärjestelmään liitetään tarvittavat konferenssijärjestelmän laitteistot ja yhteydet. [19] Konferenssijärjestelmä on tarkoitettu lähinnä suuria tilaisuuksia varten ja sen avulla helpotetaan yleisön osallistumista keskusteluihin ja kokouksiin.

Kuvassa 6.8. on esitetty konferenssijärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.8. huomataan, että konferenssijärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskusyksikkö ja mahdollinen virtalähde sekä osanottaja- ja puheenjohtajayksiköt. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]



**Kuva 6.8.** "T250 Konferenssijärjestelmän" yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.8. nähdään, että konferenssijärjestelmän puheenjohtajan tai osanottajan puheyksiköt on liitetty järjestelmän omaan keskusyksikköön. Keskusyksikkö ja virtalähde ovat kytkettynä sähköverkkoon. Järjestelmän keskus ja siihen liitetyt sähkölaitteet sekä virtalähde kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.9.

”T260 Videoneuvottelujärjestelmä” sisältää laitteet ja yhteydet, joiden avulla voidaan toteuttaa kiinteistön ulkopuolisten tahojen kanssa pidettävät neuvottelut. Järjestelmä toteutetaan tietoliikenneyhteyksiä käyttäen.

Kuvassa 6.9. on esitetty videoneuvottelujärjestelmään kuuluvia sähkölaitteita. Kuvassa 6.9. olevia videoneuvottelujärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus- ja äänentoistolaitteet sekä kamera ja kuvanesityslaitteet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]



**Kuva 6.9.** ”T260 Videoneuvottelujärjestelmään” kuuluvia sähkölaitteita: keskus- ja äänentoistolaitteet sekä kamera ja kuvanesityslaitte. [27]

Videoneuvottelujärjestelmän keskus- ja äänentoistolaite, kamera sekä kuvanesityslaitte ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.9.

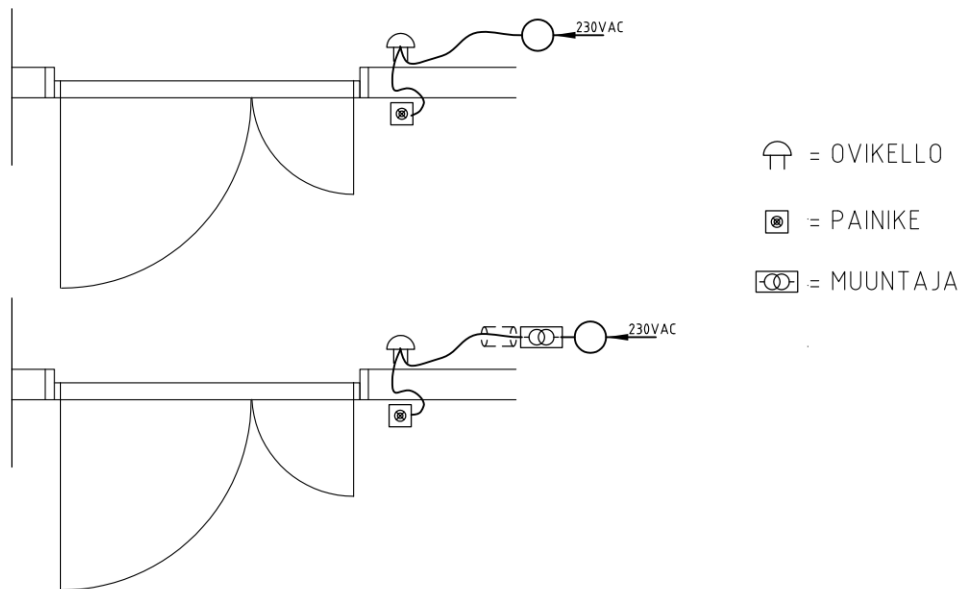
### 6.3 T3 Merkinanto- ja kutsujärjestelmät

Kolmas Tietoteknisten järjestelmien pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kiinteistön merkinantojärjestelmät. Merkinannot voivat olla esimerkiksi valo- ja/tai äänimerkinantoja. Lisäksi merkinanto voidaan antaa erilliseen näyttötauluun, jossa merkkiantona käytetään numeroita ja kirjaimia. [19] Merkinanto- ja kutsujärjestelmät on jaettu seitsemään eri järjestelmään: ”T310 Ovikellojärjestelmä”, ”T320 Varattuvalojärjestelmä”, ”T330 Sisäänpyyntöjärjestelmä”, ”T340 Avunpyyntöjärjestelmä”, ”T350 Kutsujärjestelmä”, ”T360 Vuoronumerojärjestelmä” ja ”T370 Hoitajakutsujärjestelmä”.

”T310 Ovikellojärjestelmä” sisältää kaikki kiinteistöön asennettavat ovikellot, jotka koostuvat yksinkertaisimmillaan ulko-oville asennettavista painikkeista ja sisätiloihin laitettavista äänimerkkilaitteista eli ovikelloista. [19] Ovikellojärjestelmä asennetaan

yleensä kaikille sellaisille kiinteistön oville, joista kulkee ihmisiä ovien ollessa lukossa. Ovikellojärjestelmän merkinanto on yleensä äänimerkki, mutta on olemassa myös valomerkin antavia ovikelloja.

Kuvassa 6.10. on esitetty kaksi yksinkertaistettua ja vaihtoehtoista tapaa ovikellojärjestelmän toteuttamiseksi. Kuvasta 6.10. huomataan, että ovikellojärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa ovikello, painike ja mahdollinen erillinen muuntaja. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]



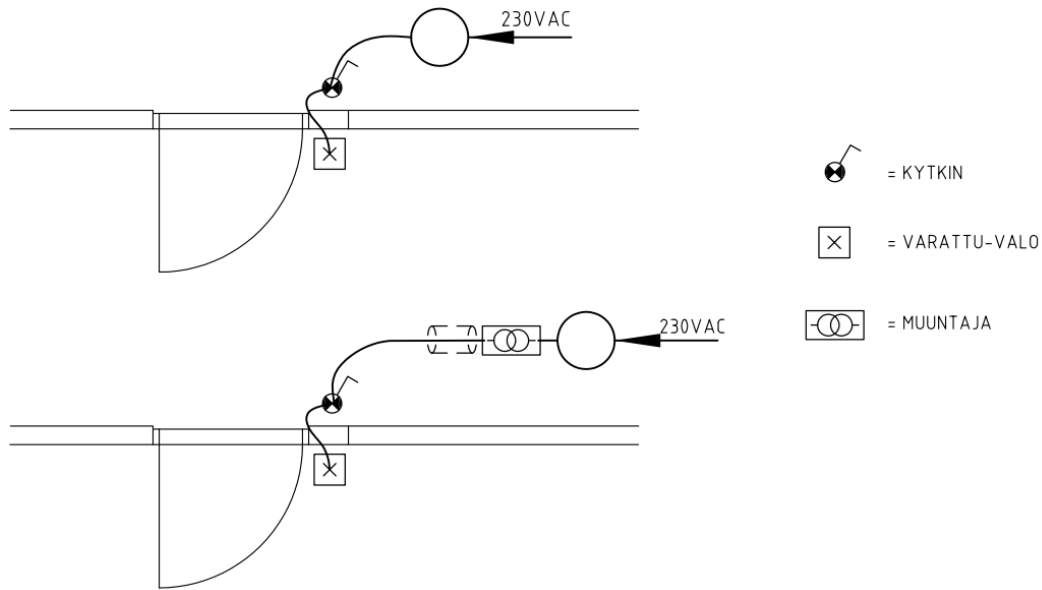
**Kuva 6.10.** ”T310 Ovikellojärjestelmän” yksinkertaistetut toteutustavat pääosineen.

Kuvasta 6.10. nähdään, että ovikellojärjestelmän ovikello, painike ja mahdollinen erillinen muuntaja ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.6.

”T320 Varattuvalojärjestelmä” ilmaisee sisään haluavalle henkilölle, onko kiinteistön sisällä oleva yksittäinen tila vapaa vai ei. [19] Varattuvalojärjestelmän merkinanto on yleensä valomerkki ja varattuvaloja käytetään kiinteistön tiloissa, joissa tarvitaan yksityisyyttä tai työrauhaa. Tällaisia tiloja esimerkiksi ovat neuvotteluhuoneet, auditoriot, lepohuoneet ja vessat. Varattuvalojärjestelmät koostuvat yleensä kiinteistön yksittäisten tilojen ulkopuolella olevista merkkivaloista ja tilojen sisäpuolella ovenpielissä tai ohjauspaneelissa olevista kytkimistä.

Kuvassa 6.11. on esitetty kaksi yksinkertaistettua ja vaihtoehtoista tapaa varattuvalojärjestelmän toteuttamiseksi. Kuvasta 6.11. huomataan, että varattuvalojärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa varattuvalokytkin merkkivalolla, varattuvalo ja mahdollinen erillinen muuntaja. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]





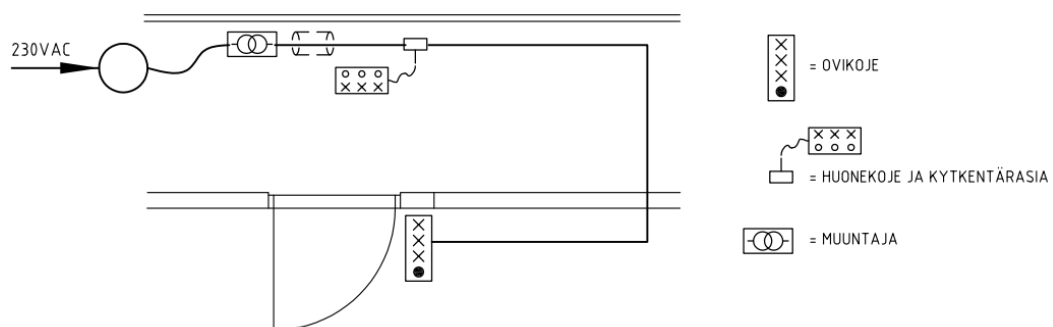
**Kuva 6.11.** "T320 Varattuvalojärjestelmän" yksinkertaistetut toteutustavat pääosineen.

Kuvasta 6.11. nähdään, että varattuvalonjärjestelmän kytkin, varattuvalo sekä mahdollinen erillinen muuntaja ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttäjäajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on tarkasteltu enemmän luvussa 7.6.

"T330 Sisäänpyyntöjärjestelmä" sisältää kiinteistön yksittäisen työhuoneen ääni- ja merkkivalolaitteiston, jonka avulla tilaan pyrkivälle henkilölle ilmoitetaan sisäänpyyntölupa, odotuspyyntö tai varattuna oleminen. Sisäänpyyntöjärjestelmän merkinanto on äänimerkki ja merkkivalo.

Järjestelmä koostuu kiinteistöjen työhuoneiden sisäpuolella olevista huonekojeista ja tilojen ulkopuolella olevista yleensä ovenpielissä sijaitsevista ovikojeista. Sisäänpyyntöjärjestelmiä käytetään yleensä kiinteistön niissä työhuoneissa ja tiloissa, joissa tarvitaan yksityisyyttä tai työrauhaa, kuten esimerkiksi toimistohuoneissa.

Kuvassa 6.12. on esitetty sisäänpyyntöjärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.12. huomataan, että sisäänpyyntöjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa ovi- ja huonekojeet sekä muuntaja. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki laitteiden asennukseen tarvittavat kytkentärsiat ja kaapeloinnit. [19]

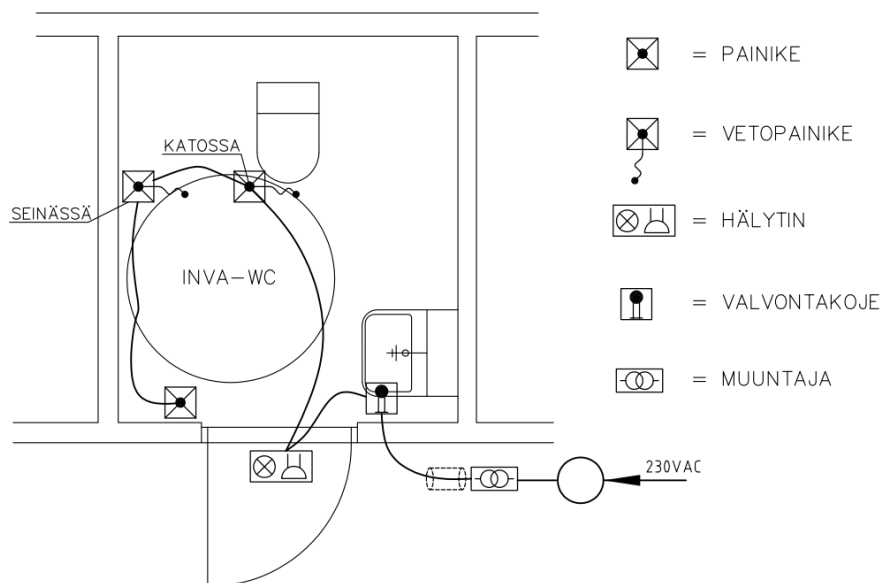


**Kuva 6.12.** "T330 Sisäänpyyntöjärjestelmän" yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.12. nähdään, että sisäänpyyntöjärjestelmän muuntaja sekä ovi- ja huonekojeet ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.6.

”T340 Avunpyyntöjärjestelmä” sisältää kiinteistön eri tiloihin asennettavan avunpyyntötoiminnan. [19] Avunpyyntöjärjestelmän merkinanto on äänimerkki ja merkkivalo. Järjestelmä koostuu kiinteistön tilojen sisäpuolella olevista avunpyyntöpainikkeista ja merkinantolaitteista. Avunpyyntöjärjestelmä sijoitetaan yleensä kiinteistön inva-WC-tiloihin.

Kuvassa 6.13. on esitetty avunpyyntöjärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.13. huomataan, että avunpyyntöjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa painike, vetopainike, hälytin, valvontakoje ja muuntaja. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]



**Kuva 6.13.** ”T340 Avunpyyntöjärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.13. nähdään, että avunpyyntöjärjestelmän painikkeet, hälytin, valvontakoje ja muuntaja ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.6.

”T350 Kutsujärjestelmä” sisältää kiinteistöön palvelu- ja kutsutoimintaa varten toteutetun merkinantolaitteiston ja yhteydet. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa muuntaja, merkinantolaitteet ja -näytöt, hälytin, kutsupainike sekä kutsun kuitauspainike. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Kutsujärjestelmän sähköenergian kulutukseen vaikuttavat painikkeiden, hälyttimen, merkinantonäytön ja muuntajan tehot ja käyttöajat. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on tarkasteltu enemmän luvussa 7.6.

*"T360 Vuoronumerojärjestelmä"* sisältää kiinteistön palvelupisteisiin jonotusta varten toteutetun laitteiston. Kiinteistön vuoronumerojärjestelmien merkinanto annetaan erillisiin vuoronumeronäyttötauluihin, joissa merkinantoina käytetään numeroita ja kirjaimia sekä joskus myös merkkiääntä.

Vuoronumerojärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa näyttötaulut, lippuautomaatit ja mahdolliset virtalähteet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

Vuoronumerojärjestelmän lippuautomaatti, näyttötaulut ja mahdolliset virtalähteet ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.6.

*"T370 Hoitajakutsujärjestelmä"* sisältää sairaala- ja hoitokiinteistöihin potilaiden turvallisuutta, avunpyyntöä sekä viestintää varten toteutettavan laitteistokokonaisuuden ja yhteydet. [19] Hoitajakutsujärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa muuntaja, summeri, merkkivalo, valvontakoje, painike sekä hälytin. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

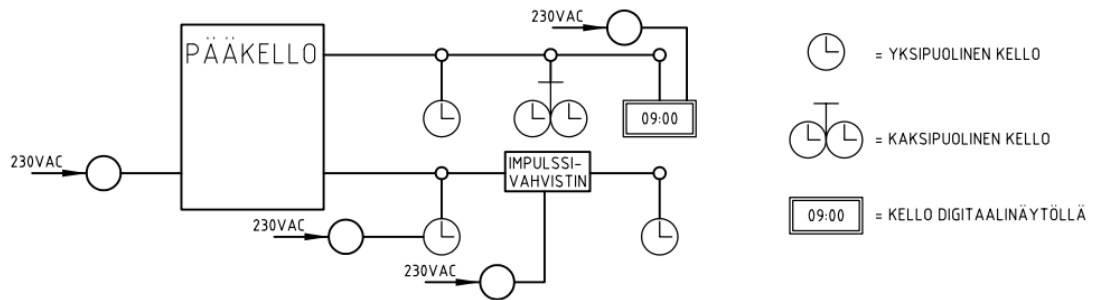
Hoitajakutsujärjestelmään kuuluvat muuntaja, summeri, merkkivalo, valvontakoje, painike sekä hälytin ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.6.

## 6.4 T4 Tiedotus- ja näyttöjärjestelmät

Neljäs Tietoteknisten järjestelmien pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kiinteistön yksisuuntaisia tiedotustarpeita palvelevat tiedotus- ja näyttöjärjestelmät. [19] Tiedotus- ja näyttöjärjestelmät on jaettu viiteen eri järjestelmään: *"T410 Ajannäyttöjärjestelmä"*, *"T420 Informaatiojärjestelmä"*, *"T430 Opastevalojärjestelmä"*, *"T440 Säätilannäyttöjärjestelmä"* ja *"T450 Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmä"*.

*"T410 Ajannäyttöjärjestelmä"* sisältää kiinteistön aikatiedon välittämiseen tarvittavat laitteet ja yhteydet. [19] Kiinteistön ajannäyttöjärjestelmien aikatiedot välitetään kiinteistöön asennettavien kellojen, kellojärjestelmien tai muiden ajannäyttölaitteiden avulla. Ajannäyttölaitteita toteutetaan yleensä julkisiin liike- ja teollisuuskiinteistöihin. Kelloja ja kellojärjestelmiä asennetaan kiinteistöjen yleisö-, odotus-, työskentely- ja neuvottelutiloihin sekä auloihin ja käytäville.

Kuvassa 6.14. on esitetty ajannäyttöjärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.14. huomataan, että ajannäyttöjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa pääkello, impulssivahvistin ja kellot. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]



**Kuva 6.14.** "T410 Ajannäyttöjärjestelmän" yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.14. nähdään, että ajannäyttöjärjestelmän pääkello, impulssivahvistin ja osa kelloista ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.6.

"T420 Informaatiopalvelujärjestelmä" sisältää kirjaimien, numeroiden tai kuvamuodossa olevien tietojen välittämiseen tarvittavat laitteet ja yhteydet. [19] Informaatiopalvelujärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus-, ohjaus- ja näyttölaitteet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

Informaatiopalvelujärjestelmään sisältyvät sähkölaitteet ja -laitteistot kuluttavat tehoa ja ne vaikuttavat kiinteistön sähkönkulutukseen. Tämä järjestelmä on kuitenkin rajattu tämän työn ulkopuolelle, koska järjestelmään sisältyvät sähkölaitteet ja -laitteistot riippuvat paljon kiinteistön käyttäjästä. Tämän takia on mahdoton tietää, mitä sähkölaitteita kukin käyttäjä tarvitsee ja kuinka paljon nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä.

"T430 Opastevalojärjestelmä" sisältää keskitetysti ohjatut näyttölaitteet ja yhteydet, jotka auttavat kiinteistössä kulkemista. [19] Kiinteistön opastevalojärjestelmät toteutetaan opastevalaisimien ja näyttötaulujen avulla, jotka ohjaavat kiinteistön sisällä ja ulkopuolella kulkevia henkilöitä oikeisiin paikkoihin. Opastevalojärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskuslaitteet, opastevalaisimet ja -näytöt. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

Opastevalojärjestelmään kuuluvat sähkölaitteet ja -laitteistot kuluttavat sähköä ja ne vaikuttavat kiinteistön sähkönkulutukseen. Tämä järjestelmä on kuitenkin rajattu tämän työn ulkopuolelle, koska järjestelmään sisältyvät sähkölaitteet ja -laitteistot riippuvat paljon kiinteistön käyttäjästä. Tämän takia on mahdoton tietää, minkälaisia sähkölaitteita (opastevaloja yms.) kukin käyttäjä tarvitsee ja valitsee sekä kuinka paljon nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä.

"T440 Säätilannäyttöjärjestelmä" sisältää laitteistot ja yhteydet, joita tarvitaan esittämään vallitsevaa säätilaa, sääennusteita sekä säähistoriaa. Säätilannäyttöjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus- ja näyttölaitteet sekä säätila-anturit. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

Säätilannäyttöjärjestelmään kuuluvat sähkölaitteet ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden

sähkölaitteiden tehoista. Järjestelmän sähkönkulutusta on tarkasteltu enemmän luvussa 7.6.

*”T450 Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmä”* sisältää laitteistot ja yhteydet, joita tarvitaan toteuttamaan urheilutapahtumien ajanotto- ja tulospalvelu. Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa tulostaulu ja kenttälaitteet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmän tulostaulu ja kenttälaitteet ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on tarkasteltu enemmän luvussa 7.6.

## 6.5 T5 Tila- ja henkilöturvallisuusjärjestelmät

Viides Tietoteknisten järjestelmien pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kaikki kiinteistöön toteutettavat omaisuus- ja henkilöturvallisuusjärjestelmät. [19] Pääryhmä sisältää kaikki muut turvallisuuteen liittyvät sähköjärjestelmät paitsi luvussa 5.6 esitetyt *”S6 Poistumisvalaistusjärjestelmä”* ja luvussa 6.6 esitettävän *”T6 Paloturvallisuusjärjestelmä”*. Tila- ja henkilöturvallisuusjärjestelmät on jaettu kahdeksaan eri järjestelmään: *”T510 Sähkölukitusjärjestelmä”*, *”T520 Kulunvalvontajärjestelmä”*, *”T530 Murtoilmaisujärjestelmä”*, *”T540 Ryöstöilmaisujärjestelmä”*, *”T550 Kameravalvontajärjestelmä”*, *”T560 Monivalvontajärjestelmä”*, *”T570 Henkilöturvallisuusjärjestelmä”* ja *”T580 Paikannusjärjestelmä”*.

*”T510 Sähkölukitusjärjestelmä”* sisältää kiinteistön ovien sähkölukot, valvontakytimet sekä lukituksen ohjaus- ja valvontalaitteet yhteyksineen. [19] Sähkölukitusjärjestelmä toteutetaan kiinteistöön, jotta lukittuja ovia voitaisiin paremmin ohjata ja valvoa. Sähkölukkoja voidaan ohjata muun muassa kortinlukijoilla, näppäiltävillä koodeilla, avauspainikkeilla ja aikaohjauksilla.

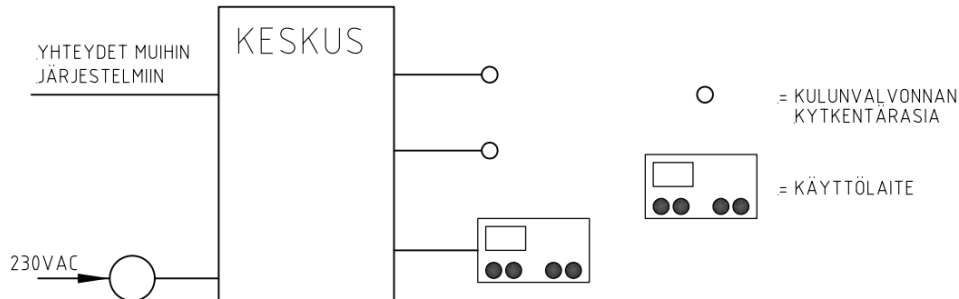
Sähkölukitusjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa sähkölukituksen kytkentärasiat, joihin liitetään ovien sähkölukot ja -salvat. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet muihin järjestelmiin, kuten esimerkiksi luvussa 6.8 esitettyyn *”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmään”*. [19]

Sähkölukitusjärjestelmän sähkölukko ja -salpa ovat kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.8.

*”T520 Kulunvalvontajärjestelmä”* sisältää laitteiston ja yhteydet, jotka rajoittavat ja rekisteröivät henkilöiden kulkua kiinteistössä. [19] Kiinteistön kulkuohjattuja ovia voidaan ohjata henkilöiden kulkutunnistimien esimerkiksi korttien tai tunnuslukujen avulla. Kiinteistön kulunvalvontajärjestelmiin voidaan liittää myös mahdolliset työajanseuranta- ja rekisteröintiominaisuudet.

Kuvassa 6.15. on esitetty kulunvalvontajärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.15. huomataan, että kulunvalvontajärjestelmään kuuluvia osia ovat

muun muassa keskus, kulunvalvonnan käyttölaite ja kytkentärasia, johon liitetään tarvittavat ovien ohjauslaitteet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet muihin järjestelmiin, kuten esimerkiksi luvussa 6.8 esitettyyn ”T810 Rakenusautomaatiojärjestelmään.” [19]

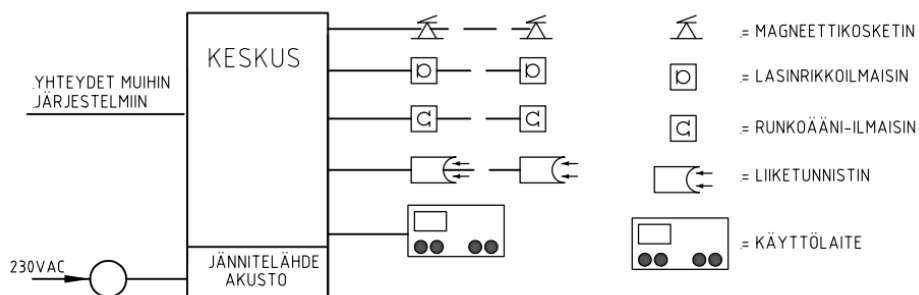


**Kuva 6.15.** ”T520 Kulunvalvontajärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.15. nähdään, että kulunvalvontajärjestelmän laitteet ovivalvonnan kytkentärasiat ja käyttölaite on kytketty niitä palvelevaan omaan kulunvalvontakeskukseen ja keskus on kytkettynä sähköverkkoon. Järjestelmän sähkönkulutus riippuu keskuksen ja siihen liitettyjen laitteiden tehoista ja käyttöajoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.8.

”T530 Murtoilmaisujärjestelmä” sisältää hälytyslaitteistot ja yhteydet, jotka toteutetaan kiinteistöön murtautumisen varalle. Kiinteistön hälytystiedot välitetään kiinteistön ulkopuolella oleville valvonta- ja turvallisuusorganisaatioille.

Kuvassa 6.16. on esitetty murtoilmaisujärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.16. huomataan, että murtoilmaisujärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus, käyttölaite, magneettikoskettimet, liiketunnistimet ja lasinrikko- ja runkoääni-ilmaisimet. Lisäksi järjestelmään sisältyy kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet muihin järjestelmiin, kuten esimerkiksi luvussa 6.8 esitettyyn ”T810 Rakenusautomaatiojärjestelmään”. [19]



**Kuva 6.16.** ”T530 Murtoilmaisujärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.16. nähdään, että murtoilmaisujärjestelmän laitteet magneettikosketin, lasinrikko- ja runkoääni-ilmaisimet, liiketunnistin ja käyttölaite on liitetty niitä palvelevaan omaan murtoilmaisujärjestelmän keskukseen ja keskus on kytkettynä sähköverkkoon. Järjestelmän sähkönkulutus riippuu keskuksen ja siihen liitettyjen laitteiden te-

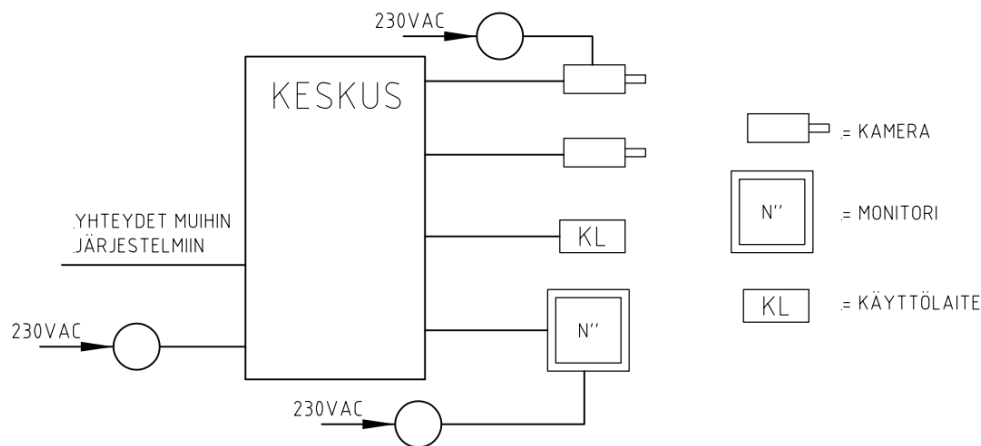
hoista ja käyttöajoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on tarkasteltu enemmän luvussa 7.8.

”T540 Ryöstöilmaisujärjestelmä” sisältää hälytyslaitteiston ja yhteydet, jotka turvaavat kiinteistön palvelutyöpisteitä ja -työntekijöitä. Kiinteistön hälytystiedot välitetään kiinteistön ulkopuolella oleville valvonta- ja turvallisuusorganisaatioille. Ryöstöilmaisujärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskuksat, ryöstöpainikkeet ja paikallishälyttimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

Ryöstöilmaisujärjestelmän laitteet on kytketty niitä palvelevaan omaan ryöstöilmaisujärjestelmän keskukseseen ja keskus on kytkettynä sähköverkkoon. Järjestelmän sähkönkulutus riippuu keskuksen ja siihen liitettyjen laitteiden tehoista ja käyttöajoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.8.

”T550 Kameravalvontajärjestelmä” sisältää kiinteistöön toteutettavat kuvaus-, tallennus- ja kuvansiirtolaitteet sekä -yhteydet, jotka palvelevat kiinteistön turvallisuutta ja valvontaa. [19] Kiinteistön kameravalvontajärjestelmä valvoo ja tallentaa kiinteistön valvottavia tiloja ja niissä tapahtuvaa toimintaa.

Kuvassa 6.17. on esitetty kameravalvontajärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.17. huomataan, että kameravalvontajärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskuslaite, joka sisältää muun muassa tallentimen, monitorit, käyttölaitteet ja valvontakamerat. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet muihin järjestelmiin, kuten esimerkiksi luvussa 6.8 esitettyyn ”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmään”. [19]

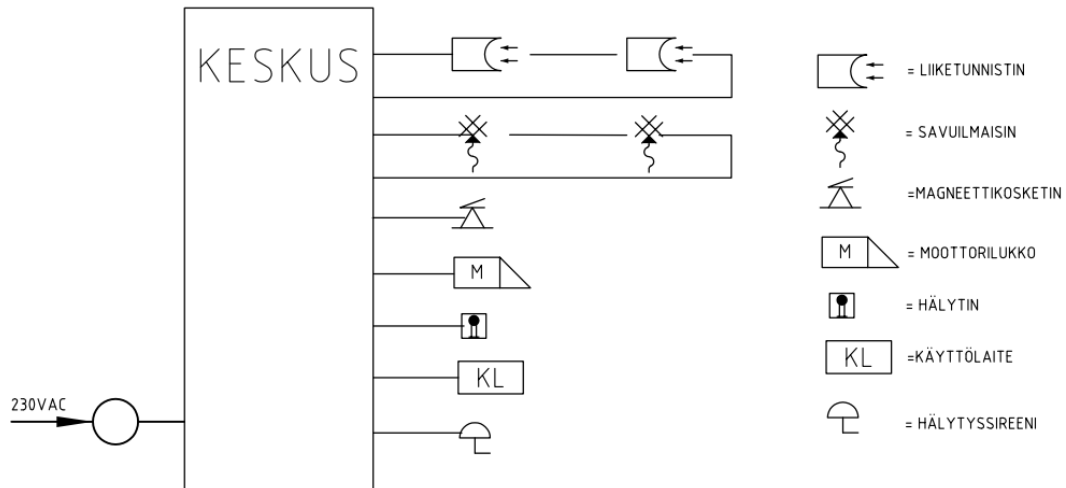


**Kuva 6.17.** ”T550 Kameravalvontajärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.17. nähdään, että kameravalvontajärjestelmän keskuslaitteet, monitori ja osa valvontakameroista on kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.8.

”T560 Monivalvontajärjestelmä” sisältää monitoimisen valvonta- ja turvallisuuslaitteistot ja yhteydet, jotka palvelevat kiinteistön turvallisuutta. Kuvassa 6.18. on esitetty

monivalvontajärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.18. huomataan, että monivalvontajärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus, käyttölaitte ja erilaiset turvallisuus laitteet, kuten esimerkiksi liiketunnistin, savuilmaisain, magneettikosketin, moottorilukko, hälytin, hälytyssireeni ja käyttölaitte. [19] Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit.



**Kuva 6.18.** "T560 Monivalvontajärjestelmän" yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.18. nähdään, että monivalvontajärjestelmän laitteet liiketunnistin, savuilmaisain, hälyttimet, moottorilukko ja käyttölaitte on liitetty niitä palvelevaan omaan monivalvontajärjestelmän keskukseseen ja keskus on kytkettynä sähköverkkoon. Järjestelmän sähkönkulutus riippuu keskuksen ja siihen liitettyjen laitteiden tehoista ja käyttöajoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on tarkasteltu enemmän luvussa 7.8.

"T570 Henkilöturvallisuusjärjestelmä" sisältää valvontalaitteiston ja yhteydet, jotka toteutetaan esimerkiksi palvelutaloihin takaamaan henkilöiden muun muassa vanhusten, turvallisuutta. Henkilöturvallisuusjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskuslaitteet eli muuntaja, valvontakojeet, summerit, painikkeet, merkkivalot ja hälyttimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

Henkilöturvallisuusjärjestelmän keskuslaitteet eli muuntaja, valvontakojeet, summerit, painikkeet, merkkivalot ja hälyttimet ovat kytkettyinä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty enemmän luvussa 7.8.

"T580 Paikannusjärjestelmä" sisältää laitteiston ja yhteydet, jotka ilmaisevat kiinteistön sisällä olevien esineiden ja henkilöiden sijainnin. Paikannusjärjestelmä toteutetaan kiinteistössä olevien seurantalaitteiden sekä seurattavien kohteiden ja esineiden tunnistimien avulla. Paikannusjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus- ja kenttälaitteet sekä tunnistimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]



Paikannusjärjestelmän keskus on kytkettynä sähköverkkoon. Tämä keskus kuluttaa sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu keskuksen tehosta ja käyttöajasta. Järjestelmän keskuksen käyttöaikaa ja tehoa on käsitelty tarkemmin luvussa 7.8.

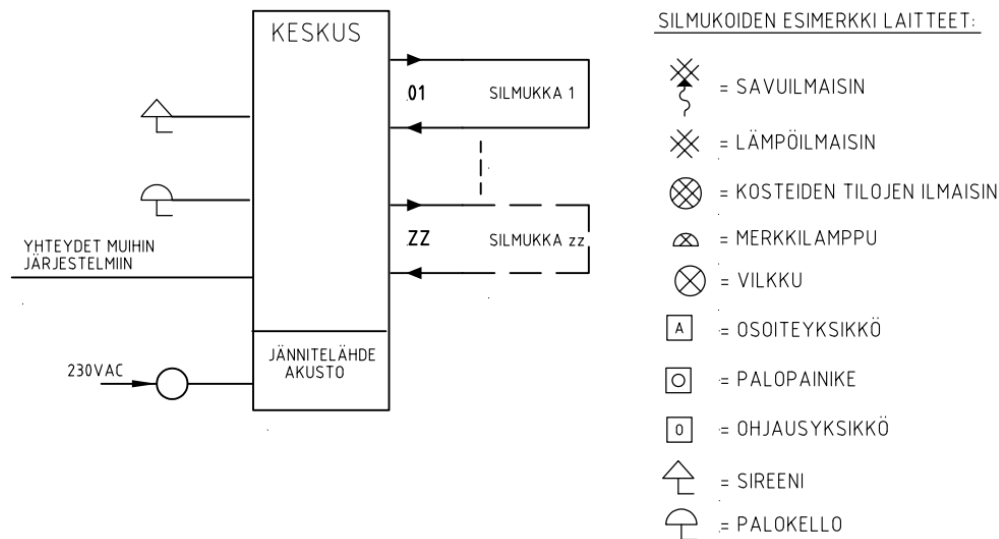
## 6.6 T6 Paloturvallisuusjärjestelmät

Kuudes Tietoteknisten järjestelmien pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kaikki kiinteistöön toteutettavat paloturvallisuusjärjestelmät sekä viranomaisten turvallisuustoimintoja palvelevat varusteet. [19] Paloturvallisuusjärjestelmät on jaettu seitsemään eri järjestelmään: ”T610 Paloilmoitinjärjestelmä”, ”T620 Palovaroitinjärjestelmä”, ”T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä”, ”T640 Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmä”, ”T650 Savusulkujärjestelmä”, ”T660 Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmä” ja ”T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä”.

”T610 Paloilmoitinjärjestelmä” sisältää kiinteistön sisäisen palon havaitsemiseen tarvittavan laitteiston ja yhteydet. [19] Kiinteistön paloilmoitinjärjestelmän tulee olla viranomaisten hyväksymä ja se hankitaankin yleensä viranomaisten tai vakuutusyhtiöiden vaatimuksesta.

Kiinteistön paloilmoitinjärjestelmä toimii siten, että se hälyttää tulipalon alkamisesta kiinteistössä oleville henkilöille. Lisäksi järjestelmään voidaan liittää hälytysyhteys esimerkiksi hätäkeskukseen. Paloilmoitinjärjestelmä voi havaita myös palonhavaitsemislaitteiston viat, huoltotarpeen ja likaantumisen, jonka seurauksena väärät palohälytykset vähenevät. Kiinteistön paloilmoitinjärjestelmiin on myös mahdollista liittää ja niiden avulla voidaan ohjata automaattisesti tapahtuvaksi eri lisätoimintoja, kuten esimerkiksi kiinteistöjen ilmastoinnin pysäytys, savunpoiston käynnistys, sammutuslaitteiston käynnistys, ovien sulkeminen sekä palokuulutusten ja evakuointiohjeiden antaminen äänentoistojärjestelmän avulla. Nämä lisätoiminnot auttavat kiinteistön sammutus- ja pelastustehtävien suorittamista.

Kuvassa 6.19. on esitetty paloilmoitinjärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.19. huomataan, että paloilmoitinjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa paloilmoitinkeskus, joka sisältää mahdollisen virtalähteen ja palonhavaitsemis- sekä ilmoituslaitteet. Lisäksi järjestelmään sisältyy kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet muihin järjestelmiin, kuten esimerkiksi tässä luvussa esitettyihin ”T650 Savusulkujärjestelmään”, ”T660 Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmään” ja ”T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmään” ja luvussa 6.8 esitettyyn ”T810 Raken-  
nusautomaatiojärjestelmään”. [19]



**Kuva 6.19.** ”T610 Paloilmoitinjärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.19. nähdään, että paloilmoitinjärjestelmän laitteet ilmaisimet, merkkilamppu, painikkeet, palokellot ja muut palojärjestelmän laitteet on kytkettynä niitä palvelemaan omaan paloilmoitinjärjestelmän keskukseen ja keskus ja mahdollinen virtalähde on kytkettynä sähköverkkoon. Järjestelmän sähkönkulutus riippuu keskuksen sekä mahdollisen virtalähteen ja keskukseen liitettyjen laitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.8.

”T620 Palovaroinjärjestelmä” sisältää kiinteistön sisäisen palon havaitsemiseen tarvittavat laitteistot ja yhteydet. Järjestelmää valvoo kiinteistön sisäinen ja oma turvallisuus-, käyttö- tai huolto-organisaatio. Kiinteistön palovaroinjärjestelmät voivat koostua myös yksittäisistä palovarointimista, joita ei ole yhdistetty toisiinsa kaapeleilla.

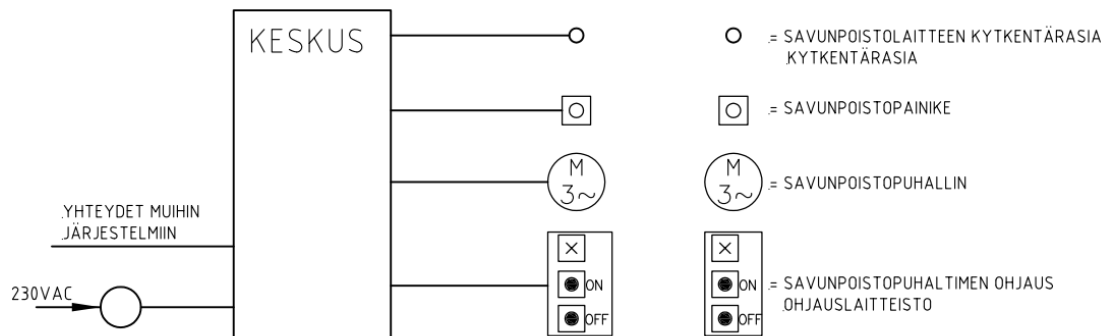
Palovaroinjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus ja palovarointimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja hälytysyhteydet. [19]

Palovaroinjärjestelmän keskus ja osa palovarointimista on kytkettynä sähköverkkoon. Nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutuksen suuruus riippuu näiden sähkölaitteiden käyttöajoista sekä niiden tehoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on tarkasteltu enemmän luvussa 7.8.

”T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä” sisältää kiinteistöä palvelevat laitteistot ja yhteydet, jotka säätelevät kiinteistön savunpoistolaitteiston ohjauksia. Järjestelmä toteutetaan helpottamaan kiinteistön sammutus- ja pelastustöitä poistamalla palosta syntyvän savun ja palokaasut savunpoistolaitteiston avulla, johon kuuluvat muun muassa savunpoistoluukut, -ikkunat ja puhaltimet. Kiinteistön savunpoistojärjestelmät toteutetaan yleensä viranomaisen vaatimuksesta kiinteistön tilojen ominaisuuksien: muodon tai korkeuden takia.

Kuvassa 6.20. on esitetty savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.20. huomataan, että savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus, ohjauslaitteet ja savunpoistolaitteisto, kuten esimerkiksi savunpoistoluukut, -ikkunat ja -puhaltimet. Lisäksi järjes-

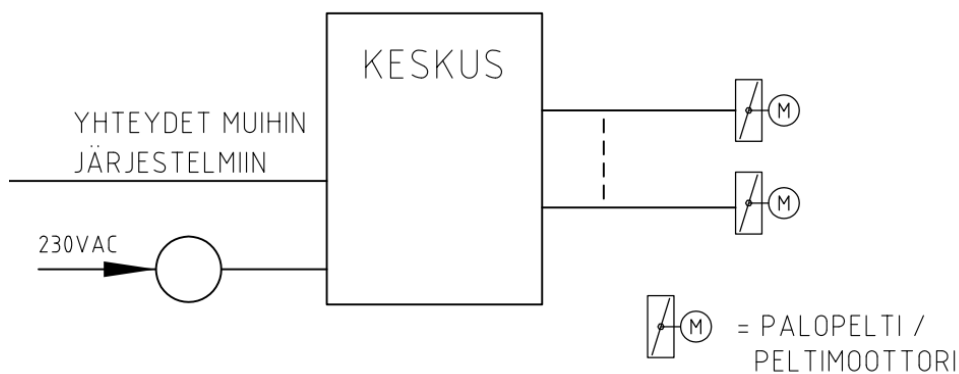
telmään sisältyy kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet muihin järjestelmiin, kuten esimerkiksi luvussa 6.8 esitettyyn ”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmään”. [19]



**Kuva 6.20.** ”T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.20. nähdään, että savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmän laitteet painikkeet ja puhallin on liitetty niitä palvelevaan omaan savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmän keskukseen ja keskus on kytkettynä sähköverkkoon. Järjestelmän sähkönkulutus riippuu keskuksen ja siihen liitettyjen laitteiden tehoista ja käyttöajoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on tarkasteltu enemmän luvussa 7.8.

”T640 Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmä” sisältää kiinteistön palopeltien erilliset ohjaus- ja valvontalaitteistot sekä yhteydet, joiden avulla ohjataan ilmanvaihtojärjestelmiin sijoitettavia palopeltejä. Kuvassa 6.21. on esitetty palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.21. huomataan, että palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus sekä palopellit ja peltimoottorit ohjauksineen. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet muihin järjestelmiin, kuten esimerkiksi luvussa 6.8 esitettyyn ”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmään”. [19]

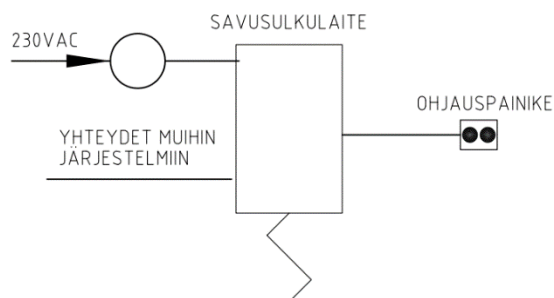


**Kuva 6.21.** ”T640 Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.21. nähdään, että palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmän laitteet palopellit on liitetty niitä palvelevaan omaan palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmän keskukseen. Keskus on kytkettynä sähköverkkoon ja se kuluttaa sähköä, joten järjestel-

män sähkönkulutus riippuu keskuksen tehosta ja käyttöajasta. Järjestelmän keskuksen käyttöaikaa ja tehoa on käsitelty enemmän luvussa 7.8.

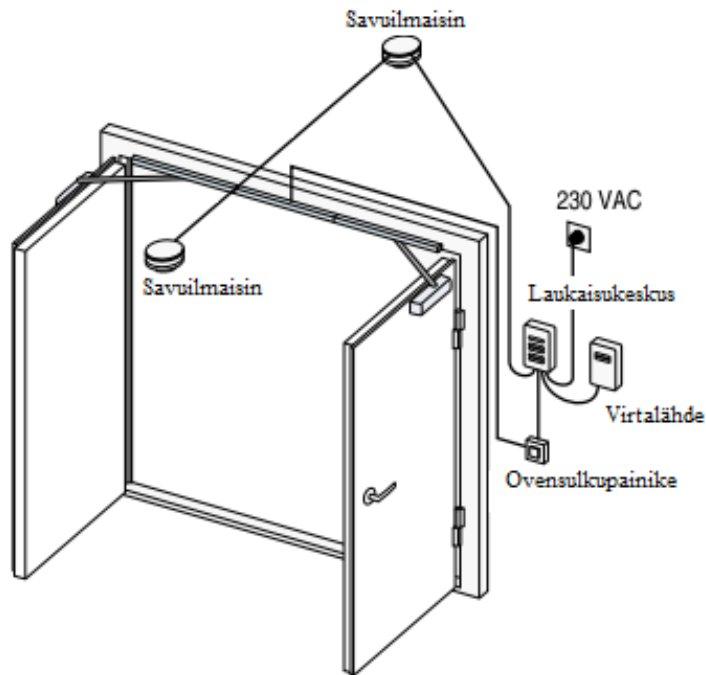
”T650 Savusulkujärjestelmä” sisältää tarvittavat laitteistot ja varustelut, jotka sulkevat ovet sekä muut kiinteistön palotilanteessa suljettavat rakenteet. Kuvassa 6.22. on esitetty savusulkujärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.22. huomataan, että savusulkujärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa savusulkulaite, kuten esimerkiksi savuverho ja savusulkulaitteen ohjauspainike. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet muihin järjestelmiin, kuten esimerkiksi tässä luvussa esitettyyn ”T610 Paloilmoitinjärjestelmään”. [19]



**Kuva 6.22.** ”T650 Savusulkujärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.22. nähdään, että savusulkulaite eli savuverho on kytkettynä sähköverkkoon. Savuverho kuluttaa sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu savuverhon tehosta ja käyttöajasta. Järjestelmän savuverhon käyttöaikaa ja tehoa on tarkasteltu enemmän luvussa 7.8.

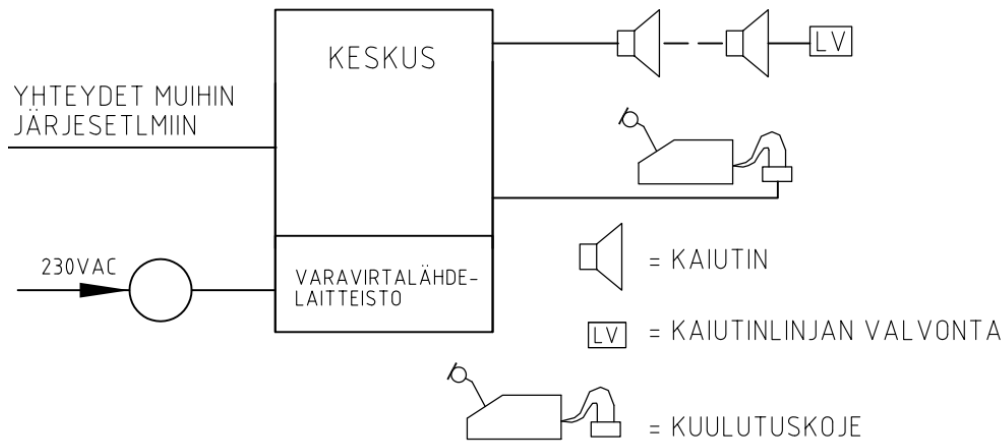
”T660 Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmä” sisältää kiinteistön ohjausjärjestelmän, joka ohjaa kiinteistön palo-ovia ja niiden lukituksia. Kuvassa 6.23. on esitetty palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.23. huomataan, että palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa laukaisukeskus ja mahdollinen virtalähde sekä ovien ohjaus- sekä valvontalaitteet, kuten esimerkiksi ovensulkupainike ja savuilmaisimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet esimerkiksi tässä luvussa esitettyyn ”T610 Paloilmoitinjärjestelmään”. [19]



**Kuva 6.23.** ”T660 Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmän” yksinkertaistettu kaavio pääosineen. [28]

Kuvasta 6.23. nähdään, että palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmän laitteet, painikkeet ja ilmaisimet on kytketty niitä palvelevaan omaan laukaisukeskukseen. Keskus on kytkettynä sähköverkkoon ja se kuluttaa sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu laukaisukeskuksen tehosta ja käyttöajasta. Järjestelmän laukaisukeskuksen käyttöaikaa ja tehoa on käsitelty enemmän luvussa 7.8.

”T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä” sisältää viranomaisten säätelyn poistumis- ja turvakuulutuslaitteiston sekä yhteydet, jotka palvelevat kiinteistön sisäistä henkilöturvallisuutta ja evakuointia. Kuvassa 6.24. on esitetty poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmän yksinkertaistettu kaavio pääosineen. Kuvasta 6.24. huomataan, että poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa keskus, kaiuttimet ja kuulutuskojeet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet muihin järjestelmiin, kuten esimerkiksi tässä luvussa esitettyyn ”T610 Paloilmoitinjärjestelmään” ja luvussa 6.8 esitettyyn ”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmään”. [19]



**Kuva 6.24.** "T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmän" yksinkertaistettu kaavio pääosineen.

Kuvasta 6.24. nähdään, että poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmän kaiuttimet ja kuulutuskoje on liitetty niitä palvelevaan omaan keskukseseen, joka on kytkettynä sähköverkkoon. Järjestelmän sähkönkulutus riippuu keskuksen ja siihen liitettyjen laitteiden tehoista ja käyttöajoista. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöaikoja ja tehoja on käsitelty tarkemmin luvussa 7.8.

## 6.7 T7 Viranomaisjärjestelmät

Seitsemäs Tietoteknisten järjestelmien pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kaikki kiinteistössä viranomaisten hallinnassa olevat ja yksinomaan viranomaistoimintoja palvelevat järjestelmät ja laitteistot. [19] Viranomaisjärjestelmät on jaettu kahteen eri järjestelmään: "T710 Viranomaisjärjestelmään" ja "T720 Väestönsuojahälyttimiin".

"T710 Viranomaisviestintäjärjestelmä" sisältää laitteistot ja yhteydet, jotka palvelevat kiinteistössä viranomaisten yhteistä viestintäjärjestelmää. Viranomaisjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa viestintälaitteet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

Viranomaisviestintäjärjestelmän sähkölaitteet kuluttavat sähköä ja ne vaikuttavat kiinteistön sähkönkulutukseen. Tämä järjestelmä on kuitenkin rajattu tämän työn ulkopuolelle, koska järjestelmään sisältyvät sähkölaitteet riippuvat viranomaisista. Tämän takia on mahdoton tietää, mitä sähkölaitteita viranomaiset tarvitsevat ja kuinka paljon nämä sähkölaitteet kuluttavat sähköä.

"T720 Väestönsuojeluhälyttimet" ovat kiinteistöön väestönsuojaviranomaisten vaatimuksista toteutettavat hälyttimet. Väestönsuojahälytinsijärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa väestönsuojahälyttimet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit. [19]

Väestönsuojahälyttimet järjestelmän sähkölaitteet kuluttavat sähköenergiaa ja ne vaikuttavat kiinteistön sähköenergian kulutukseen. Tämä järjestelmä on kuitenkin rajattu tämän työn ulkopuolelle, koska järjestelmää ei yleensä toteuteta kiinteistöihin.

## 6.8 T8 Automaatio- ja mittausjärjestelmät

Kahdeksas ja viimeinen Tietoteknisten järjestelmien pääjärjestelmälohkon pääryhmä sisältää kiinteistön ja käyttäjän laitteiden ja laitteistojen toiminnan automatisointia palvelevat järjestelmät sekä eri energiamuotojen ja kulutuksien mittausjärjestelmät. [19] Automaatio- ja mittausjärjestelmät on jaettu viiteen eri järjestelmään: ”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä”, ”T820 Tuotannon automaatiojärjestelmä”, ”T830 Käyttöveden mittausjärjestelmä”, ”T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä” ja ”T850 Lämmön mittausjärjestelmä”.

”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä” sisältää kiinteistöön kuuluvien laitteiden ja laitteistojen automaation toteuttamiseksi tarvittavat laitteet ja yhteydet. [19] Rakennusautomaatiojärjestelmään liitetään laitteiden mittaus-, säätö-, ohjaus-, valvonta-, vikailmoitus- ja hälytystiedot. Tähän järjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa alakeskus- ja kenttälaitteet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit sekä yhteydet muihin järjestelmiin, kuten esimerkiksi ”T510 Sähkölukitusjärjestelmä”, ”T520 Kulunvalvontajärjestelmä”, ”T530 Murtoilmaisujärjestelmä”, ”T550 Kamera-valvontajärjestelmä”, ”T610 Paloilmoitinjärjestelmä”, ”T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä”, ”T640 Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmä”, ”T650 Savusulkujärjestelmä”, ”T660 Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmä” ja ”T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä”. [19]

Rakennusautomaatiojärjestelmän alakeskus on kytkettynä sähköverkkoon. Alakeskus kuluttaa sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu alakeskuksen tehosta ja käyttöajasta. Järjestelmän alakeskuksen käyttöaikaa ja tehoa on käsitelty tarkemmin luvussa 7.7.

”T820 Tuotannon automaatiojärjestelmä” sisältää kiinteistön tuotantolaitteiden ja -prosessien automaation toteuttamiseksi tarvittavat laitteet ja yhteydet. [19] Tuotannon automaatiojärjestelmään liitetään tuotantolaitteisiin liitettyjen laitteiden mittaus-, säätö-, ohjaus-, valvonta-, vikailmoitus- ja hälytystiedot. Tuotannon automaatiojärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa valvomot sekä keskus- ja kenttälaitteet. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

Tuotannon automaatiojärjestelmä ei kuluta sähköä, koska tämän järjestelmän sähköä kuluttavat osat ovat liitettynä erillisiin sähköntuotantolaitteisiin. Tämän seurauksena tuotannon automaatiojärjestelmä ei vaikuta kiinteistön sähkönkulutukseen.

”T830 Käyttöveden mittausjärjestelmä” sisältää laitteet ja yhteydet, joiden avulla voidaan mitata kiinteistön sisäisen kylmän ja lämpimän käyttöveden kulutukset. Käyttöveden mittausjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa mittalähettimet ja -anturit. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

Käyttöveden mittausjärjestelmän sähkölaitteet kuluttavat sähköä ja ne vaikuttavat kiinteistön sähkönkulutukseen. Tämä järjestelmä on kuitenkin rajattu tämän työn ulkopuolelle, koska järjestelmä sisältyy rakennusautomaatioon.

”T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä” sisältää laitteet ja yhteydet, joiden avulla voidaan mitata kiinteistön sähkönkulutusta. Sähköenergian mittausjärjestelmään kuulu-

via osia ovat muun muassa mittalähettimet ja -anturit. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

Sähköenergian mittausjärjestelmän mittarit on kytkettynä sähköverkkoon ja ne sijaitsevat yleensä kiinteistön sähkökeskuksissa. Mittari kuluttaa sähköä, joten järjestelmän sähkönkulutus riippuu mittarin tehosta ja käyttöajasta. Järjestelmän mittarin käyttöaikaa ja tehoa on tarkasteltu enemmän luvussa 7.1.

*”T850 Lämmön mittausjärjestelmä”* sisältää laitteet ja yhteydet, jonka avulla voidaan mitata kiinteistön lämpöenergian kulutukset. Lämmön mittausjärjestelmään kuuluvia osia ovat muun muassa mittalähettimet ja -anturit. Lisäksi järjestelmä sisältää kaikki tarvittavat kaapeloinnit ja yhteydet. [19]

Lämmön mittausjärjestelmän sähkölaitteet kuluttavat sähköä ja ne vaikuttavat kiinteistön sähkönkulutukseen. Tämä järjestelmä on kuitenkin rajattu tämän työn ulkopuolelle, koska järjestelmä sisältyy rakennusautomaatioon.



## 7 JÄRJESTELMIEN SÄHKÖNKULUTUKSET

Tässä luvussa tarkastellaan edellä luvuissa 5 ja 6 esiteltyjen S2010-sähkönimikkeistön sähköä kuluttavien ”Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmien” ja ”Tietoteknisten järjestelmien” sähkönkulutuksia. Näiden sähköjärjestelmien sähkönkulutukset saatiin tutkimalla eri laitevalmistajien antamien sähkölaitteiden tehotietoja ja vertailemalla niitä keskenään. Lisäksi osa S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmien sähkölaitteiden tehoista saatiin selvitettyä mittauksien avulla. Mittauksissa ja sähköjärjestelmien sähkölaitteiden tehojen selvittämisessä käytettiin luvussa 4 esitettyjä laskentakaavoja ja mitta-reita. Saadut tulokset on tämän luvun taulukoiden lisäksi koottu liitteeseen 2.

Jokaiselle S2010-sähkönimikkeistön sähköä kuluttavalle sähköjärjestelmän sähkölaitteelle on merkitty myös laitteen tyypillinen käyttöaika. Käyttöaika kertoo, kuinka monta tuntia nämä sähkölaitteet ovat käytössä vuodessa. Sähkölaitteiden käyttöajoissa ei ole kuitenkaan otettu huomioon vuodessa olevien sähkökatkojen määrää ja niiden kestoja. Lisäksi käyttöajat riippuvat paljonkin kiinteistön käyttäjistä. Tämän perusteella työssä määritetyt käyttöajat ovat vain suuntaa antavia.

Lopuksi mietitään sähköä kuluttavalle S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmälle ja niiden sisältämille sähkölaitteille erilaisia ratkaisuja niiden sähkönkulutuksien pienentämiseksi. Ennalta on jo tiedossa, että kaikkien sähkölaitteiden sähkönkulutuksia saataisiin pienennettyä valitsemalla mahdollisimman energiatehokkaan laitteen, mutta sähkölaitteiden kulutuksien pienentämiseksi löytyy myös muita tässä luvussa esiteltyjä ratkaisuja. Näiden ratkaisuiden ansiosta kiinteistön sähkönkulutusta saataisiin vähennettyä, joka edelleen vaikuttaisi kiinteistön koko energiankulutuksen pienenemiseen.

S2010-sähkönimikkeistön sähköä kuluttavien järjestelmien sähkönkulutuksia on tarkasteltu siten, että ne on jaettu suurempiin järjestelmäkokonaisuuksiin. Järjestelmät on jaettu seuraaviin yhdeksään eri kokonaisuuteen: sähkönjakelu, valaistus, lämmitys, kiinteistön laitteet ja laitteistot, LVI-laitteet ja -laitteistot, tietotekniset järjestelmät, rakennusautomaatiojärjestelmä, turvallisuusjärjestelmät ja tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät. Edellä esitetty jako on tehty järjestelmien ominaisuuksien ja käyttötarkoitusten perusteella.

### 7.1 Sähkönjakelu

Tässä luvussa käsitellään S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmien sähkönkulutuksia, jotka liittyvät kiinteistön sähkönjakeluun. Kiinteistön sähkönjakeluun liittyvien järjestelmien sähkönkulutuksia tutkitaan omana ryhmänään, koska ne muodostavat yhdes-  
sä kiinteistön sähköistyksen kannalta tärkeän kokonaisuuden. Tässä luvussa tutkittavia

järjestelmiä on: ”S221 Keskiännitejakelujärjestelmä”, ”S222 Pääjakelujärjestelmä”, ”S512 UPS-laitteet ja -laitteistot” ja ”T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä”.

### 7.1.1 Pääjakelujärjestelmän sähkökeskusten tehot

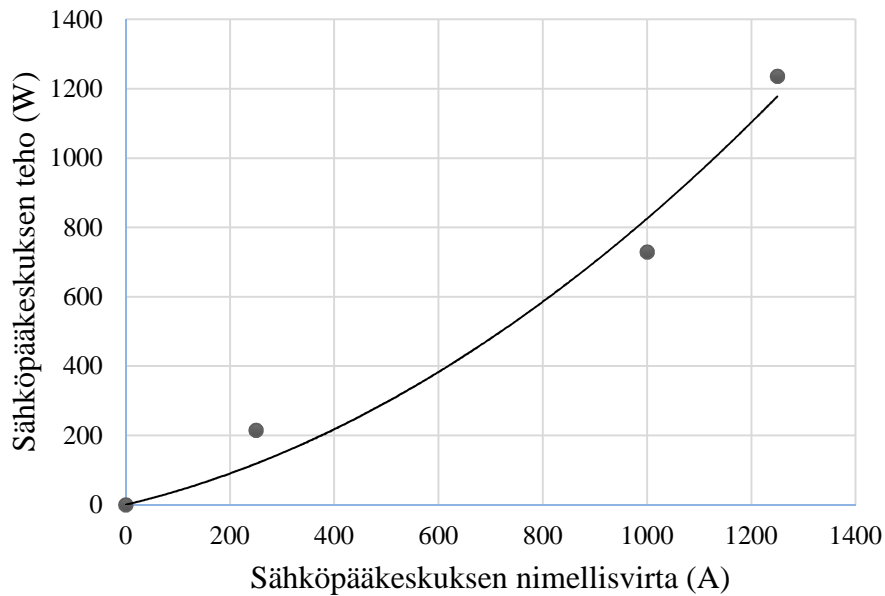
Tässä luvussa tarkastellaan erilaisia sähkökeskuksia ja niiden tehoja. Luvussa tutkitaan erikseen sähköpääkeskuksien ja muiden kiinteistössä olevien sähkökeskusten tehoja pois lukien LVI-sähkökeskusten tehot, joiden kulutusta tarkastellaan myöhemmin luvussa 7.5.1. Sähkökeskukset sisältävät niiden koosta riippuvan määrän erilaisia keskuslähtöjä sekä sisäisiä johdotuksia. Nämä keskuslähdöt sisältävät erilaisia keskuskomponentteja lähdön tyypistä riippuen. Keskuskomponentit ja keskuksen sisäiset kaapeloinnit kuluttavat sähköä, joten sähkökeskuksen teho riippuu näiden komponenttien tehoista ja kaapeleiden tehohäviöistä.

Erilaisten keskuskomponenttien tehot saatiin mittaamalla luvussa 4.2.2 esitetyllä FLUKE 289 yleismittarilla. Mittaukset suoritettiin siten, että mitattiin vanhasta käytöstä poistuneesta sähkökeskuksesta eri keskuskomponenttien ylimeneviä virtoja, jännitteitä ja vastuksia. Mittaustulosten perusteella saatiin keskuskomponenttien tehot laskettua luvussa 4.1 esitetyn kaavan 4.3 avulla. Keskuksen sisäisten johdotuksien tehohäviöt saatiin laskettua kaavoilla 4.9 ja 4.10. Lisäksi osa keskuskomponenttien tehoista saatiin tutkimalla eri laitevalmistajien antamia komponenttien tehotietoja ja vertailemalla niitä keskenään. [29; 30]

Sähkökeskusten tehot saatiin tutkimalla nimellisvirroiltaan erikokoisia sähköpääkeskuksia ja muita sähkökeskuksia. Työhön valittiin tyypillisesti kiinteistöissä olevien sähköpääkeskusten ja muiden sähkökeskusten pääkaavioita. Keskusten pääkaavioiden avulla selvitettiin, mitä keskuskomponentteja kunkin sähkökeskuksen keskuslähdöt sisältävät. Näiden tietojen ja keskuskomponenttien tehojen pohjalta laskettiin yksittäisten lähtöjen tehot. Saatujen tulosten pohjalta saatiin selvitettyä nimellisvirroiltaan erikokoisten sähköpääkeskusten ja muiden sähkökeskusten tehot.

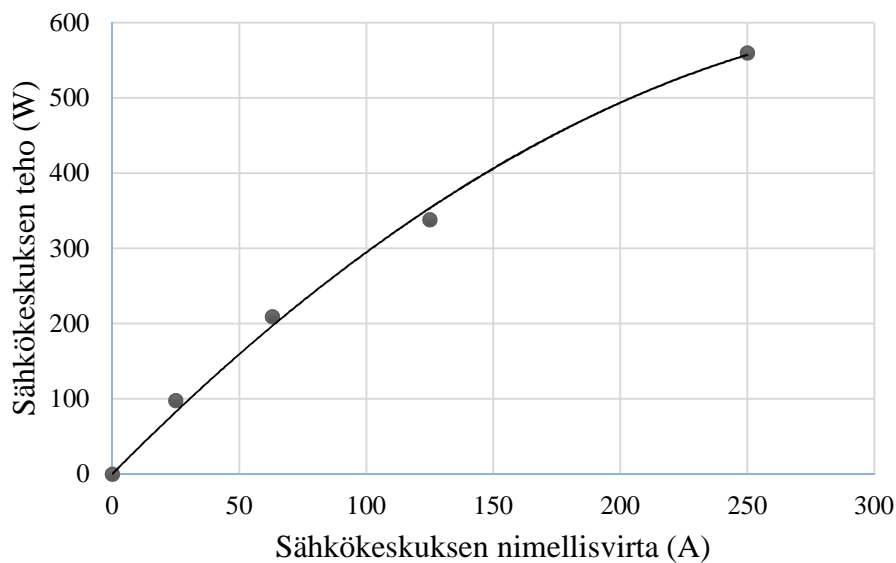
Laskennassa oletettiin, että keskuksien kaikkia lähtöjä kuormitetaan kokoajan ja samanaikaisesti niiden nimellisvirtojen suuruksilla kuormilla. Tämän seurauksena keskuksien tehoarvot oli kerrottava vielä tasoituskertoimella, koska normaalissa käyttötilanteessa keskuksia ei kuormiteta jatkuvasti niiden nimellisvirtojensa suuruksella kuormalle, eikä kaikki keskuksen lähdöt ole käytössä. Tasoituskertoimeksi valittiin tyypillisesti käytetty arvo 0,6.

Sähkökeskusten tehojen selvittämisessä ei huomioitu keskuksissa olevia mittareita, koska niiden sähkönkulutukset on otettu huomioon luvussa 6.8 esitellyssä järjestelmässä ”T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä”. Kuvassa 7.1 on esitetty tasoituskertoimella kerrottujen nimellisvirroiltaan erikokoisten sähköpääkeskusten tehot.



**Kuva 7.1.** Nimellisvirroiltaan erikokoisten sähköpääkeskusten tasoituskertoimella kerrotut tehot.

Kuvassa 7.1 olevat arvopisteet ovat työssä laskettujen sähköpääkeskusten tehoja. Näiden tulosten avulla saatiin piirrettyä kuvaaja, joka kuvastaa keskuksen tehon kehittymistä sen koon muuttuessa. Kuvan perusteella voidaan todeta, että sähköpääkeskuksen teho kasvaa keskuksen koon eli sen nimellisvirran suuruuden kasvaessa. Keskuksen tehon kasvu johtuu siitä, kun keskuksen koko kasvaa myös sen sisältämien keskuslähtöjen lukumäärä kasvaa, jonka seurauksena keskus sisältää enemmän keskuskomponentteja. Kuvassa 7.2 on esitetty tasoituskertoimella kerrottujen nimellisvirroiltaan erikokoisten muiden sähkökeskusten tehot.



**Kuva 7.2.** Nimellisvirroiltaan erikokoisten sähkökeskusten tasoituskertoimella kerrotut tehot.

Kuvassa 7.2 olevat arvopisteet ovat työssä laskettujen sähkökeskusten tehoja. Näiden tulosten avulla saatiin määritettyä kuvaaja, joka kertoo keskuksen tehon kehitymistä sen koon muuttuessa. Kuten kuvan 7.1 tapauksessa myös kuvan 7.2 perusteella voidaan todeta, että sähkökeskuksen teho kasvaa keskuksen koon eli sen nimellisvirran suuruuden kasvaessa.

### 7.1.2 Sähkönjakelun sähkökulutukset

Tässä luvussa selvitetään S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmien ”S221 Keski-jännitejakelujärjestelmä”, ”S222 Pääjakelujärjestelmä”, ”S512 UPS-laitteet ja -laitteistot” ja ”T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä” sähkökulutuksia. Taulukkoon 7.1. on koottu edellä mainittujen sähköjärjestelmien ja niihin sisältyvien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat.

Taulukossa 7.1. olevien sähkönjakeluun liittyvien järjestelmien sähkölaitteiden tehot saatiin eri laitevalmistajien antamien sähkölaitteiden tehotietojen avulla ja vertailemalla niitä keskenään. Lisäksi osa järjestelmien sähkölaitteiden tehoista saatiin laskemalla ne annettujen virta- ja jännitetietojen avulla. Laskennassa käytettiin luvussa 4.1 esitettyjä kaavoja 4.3 ja 4.8. Laskennassa oletettiin, että laitteet kuluttavat ainoastaan pätötehoa, joten loisteho on nolla.

”S222 Pääjakelujärjestelmän” nimellisvirroiltaan erikokoisten sähköpääkeskusten ja muiden sähkökeskusten tehot saatiin selvitettyä edellisessä luvussa esitettyjen kuvien 7.1 ja 7.2 avulla. Taulukkoon 7.1 valitut sähköpää- ja muut sähkökeskukset ovat tyypillisesti kiinteistöissä esiintyviä keskuksia. Keskuksien lisäksi järjestelmän sähkökulutukseen vaikuttavat myös nousukaapeloinnissa muodostuvat tehohäviöt, jotka ovat seurausta kaapeleiden lämpenemisestä. Nämä edellä mainitut tehohäviöt on rajattu tämän työn ulkopuolelle, koska niiden tarkka laskeminen vaatisi tietoa kiinteistöön toteutettavista kaapeleista ja niiden pituuksista.

Suurin osa sähkönjakeluun liittyvistä sähköjärjestelmistä on aina päällä. Nämä laitteet kuluttavat sähköenergiaa vuoden ympäri. Vuodessa näiden sähkölaitteiden käyttöajaksi saatiin 8 760 tuntia.

”S221 Keski-jännitejärjestelmän” ohjauslaitteiden: kuormanerotin, katkaisijan viritysmoottorin ja ohjauskelan sekä suoja releen käyttöajat saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että kuormaerotin on toiminnassa vuoden aikana 10 kertaa, jossa yksi kerta kestää 3 sekuntia ja käynnistyspiikki 0,2 sekuntia. Katkaisijan viritysmoottorin käyttöaika oletettiin siten, että viritysmoottori on vuoden aikana toiminnassa 10 kertaa, jossa yksi kerta kestää 8 sekuntia ja käynnistyspiikki 0,2 sekuntia. Työssä oletettiin, että katkaisijan ohjauskela on toiminnassa vuoden aikana 10 kertaa, jossa yksi kerta kestää 8 sekuntia ja käynnistyspiikki 0,15 sekuntia. Suoja releen käyttöaika saatiin olettamalla, että suoja rele käynnistetään vuoden aikana 10 kertaa, jossa yksi käynnistys kestää 2 sekuntia. Muina aikoina suoja rele on lepotilassa.

**Taulukko 7.1.** Sähkönjakeluun liittyvien sähköjärjestelmien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat. [31]

Järjestelmä, sähkölaitte	Teho	Käyttöaika
<b>S221 Keski-jännitejakelujärjestelmä</b>		
Kuivamuuntaja		
Kuormitushäviöt nimelliskuormalla	9400 W	8760 h
Tyhjäkäyntihäviöt	2000 W	8760 h
Öljyeristeinen muuntaja		
Kuormitushäviöt nimelliskuormalla	7000 W	8760 h
Tyhjäkäyntihäviöt	930 W	8760 h
Valuhartsieristeinen muuntaja		
Kuormitushäviöt nimelliskuormalla	9400 W	8760 h
Tyhjäkäyntihäviöt	2000 W	8760 h
20 kV:n kojeiston kenno	24 W	8760 h
Ohjauslaitteet		
Kuormanerotin (käynnistys)	2500 W	2 s
Kuormanerotin	1500 W	30 s
Katkaisija		
Viritysmoottori (käynnistys)	6000 W	2 s
Viritysmoottori	2000 W	80 s
Ohjauskelat (käynnistys)	700 W	1,5 s
Ohjauskelat	15 W	80 s
Suojarele (käynnistys)	130 W	20 s
Suojarele	5 W	8759 h
Jännitemuuntajan häviö	2 W	8760 h
Virtamuuntajan häviö	2 W	8760 h
<b>S222 Pääjakelujärjestelmä</b>		
Sähköpääkeskus $I_{n,spk} = 1250$ A	1090 W	8760 h
Sähköpääkeskus $I_{n,spk} = 1000$ A	850 W	8760 h
Sähköpääkeskus $I_{n,spk} = 250$ A	150 W	8760 h
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 250$ A	550 W	8760 h
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 125$ A	350 W	8760 h
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 63$ A	200 W	8760 h
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 25$ A	100 W	8760 h
<b>S512 UPS-laitteet ja –laitteistot</b>		
UPS-laite	1017 W	8760 h
<b>T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä</b>		
Mittari	5 W	8760 h

Taulukko 7.2. sisältää tiedon siitä, kuinka paljon edellä taulukossa 7.1. olevat sähkönjakeluun liittyvien sähköjärjestelmien sähkölaitteet kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukkoon 7.2. kirjatut sähkönkulutusarvot saatiin laskemalla taulukossa 7.1. olevien sähkönjakeluun liittyvien sähköjärjestelmien sähkölaitteiden tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.2.** Sähkönjakeluun liittyvien sähköjärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutukset vuodessa.

Järjestelmä, sähkölaitte	Sähköenergian kulutus vuodessa
<b>S221 Keskijännitejakelujärjestelmä</b>	
Kuivamuuntaja	
Kuormitushäviöt nimelliskuormalla	82344,0 kWh
Tyhjäkäyntihäviöt	17520,0 kWh
Öljyeristeinen muuntaja	
Kuormitushäviöt nimelliskuormalla	61320,0 kWh
Tyhjäkäyntihäviöt	8147,0 kWh
Valuhartsieristeinen muuntaja	
Kuormitushäviöt nimelliskuormalla	82344,0 kWh
Tyhjäkäyntihäviöt	17520,0 kWh
20 kV:n kojeiston kenno	209,0 kWh
Ohjauslaitteet	
Kuormanerotin (käynnistys)	1,0 Wh
Kuormanerotin	1,2 Wh
Katkaisija	
Viritysmoottori (käynnistys)	3,0 Wh
Viritysmoottori	4,4 Wh
Ohjauskelat (käynnistys)	0,3 Wh
Ohjauskelat	0,3 Wh
Suojarele (käynnistys)	0,7 Wh
Suojarele	44,0 kWh
Jännitemuuntajan häviö	18,0 kWh
Virtamuuntajan häviö	18,0 kWh
<b>S222 Pääjakelujärjestelmä</b>	
Sähköpääkeskus $I_{n,spk} = 1250$ A	9548,4 kWh
Sähköpääkeskus $I_{n,spk} = 1000$ A	7446,0 kWh
Sähköpääkeskus $I_{n,spk} = 1250$ A	1314,0 kWh
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 250$ A	4818,0 kWh
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 125$ A	3066,0 kWh
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 63$ A	1752,0 kWh
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 25$ A	876,0 kWh
<b>S512 UPS-laitteet ja -laitteistot</b>	
UPS-laite	8911,0 kWh
<b>T840 Sähköenergian mittaussjärjestelmä</b>	
Mittari	44,0 kWh

Koska suurimman osan taulukon 7.2. järjestelmien sähkölaitteista on välttämätöntä olla käytössä jokaisena vuorokauden aikana, saadaan laitteiden sähkönkulutuksia pienennettyä vain valitsemalla mahdollisimman energiatehokkaat sähkölaitteet. Sähkökeskusten sähkönkulutuksien suuruuteen tulee kuitenkin vaikuttamaan suuresti, kuinka niihin liitettyjen sähkölaitteiden sähkönkulutukset tulevat tulevaisuudessa muuttumaan.

Mitä vähemmän sähköä laitteet tulevat kuluttamaan, sitä vähemmän niiden sähköistämiseen tulee sähköä kulumaan.

## 7.2 Valaistus

Tässä luvussa tarkastellaan S2010-sähkönimikkeistön sähköä kuluttavia sähköjärjestelmiä, jotka liittyvät kiinteistön valaistukseen. Kiinteistön valaistusta tutkitaan omana ryhmänään, koska kuten jo luvussa 3.1 huomattiin, kiinteistön valaistukset ovat yksi isoimmista kiinteistön sähkön kuluttajista. Kiinteistön valaistukset on jaettu kolmeen eriosaan: sisävalaistus, ulkovalaistus ja muut valaistukset.

### 7.2.1 Sisävalaistus

Tässä luvussa käsitellään kiinteistön valaistusjärjestelmän ”S251 Sisävalaistusjärjestelmä” sähkölaitteiden sähkönkulutuksia. Taulukkoon 7.3. on koottu edellä mainitun valaistusjärjestelmän asuinrakennuksen ja kiinteistön yleisempien tilojen sisävalaistuksien tehot tilojen pinta-aloja kohden ja niiden käyttöajat sekä valaistusstandardissa ”SFS-EN 12464-1 Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus” kyseiseen tilaan määritetty valaistusvoimakkuus. Lisäksi taulukko 7.3. sisältää yleisempien sisävalaistuksen ohjaukseen käytettävien sähkölaitteiden tehot ja niiden käyttöajat sekä valonlähdetyyppit, joilla kiinteistön kyseisen tilan valaistus yleensä toteutetaan.

**Taulukko 7.3.** Asunnon ja kiinteistön tyypillisten tilojen sisävalaistuksen ja niiden ohjauslaitteiden tehot sekä tilojen valaistusvoimakkuudet ja käyttöajat. [20; 15; 16; 32; 33]

Tila, Ohjauslaite	Teho	Käyttö-aika	Valaistusvoimakkuus	Valonlähde (lamppu)
Asunto	8,4 W	2860 h		
Yhteiskäyttöinen tila	8,0 W	2860 h	200 lux	Loisteputki
Myymälätila	20,0 W	2860 h	500 lux	Loisteputki
Sosiaalitila	64,0 W	2860 h	200 lux	Hehkulamppu
Avotoimisto	20,0 W	2860 h	500 lux	Loisteputki
Toimistohuone	20,0 W	2860 h	500 lux	Loisteputki
Neuvotteluhuone	20,0 W	2860 h	500 lux	Loisteputki
Käytävä	4,0 W	2860 h	100 lux	Pienloisteputki
Autohalli	3,5 W	2860 h	75 lux	Loisteputki
Valonsäädin	1,0 W	8760 h		
Liiketunnistin	1,0 W	8760 h		
Läsnäolotunnistin	1,2 W	8760 h		

Taulukossa 7.3. olevat asunnon sisävalaistuksen tehot saatiin selvitettyä tutkimalla hehkulamppu- ja loisteputkivalaisimilla toteutetun omakotitalon sisävalaistusta. Asunnon sisävalaistuksen käyttöaika saatiin olettamalla, että valaisimet ovat arkisin päällä

noin seitsemän tuntia päivässä ja viikonloppuisin noin kymmenen tuntia päivässä. Viikossa asunnon sisävalaistuksen käyttöaika on siten 55 tuntia ja vuodessa 2860 tuntia.

Taulukossa 7.3. olevat kiinteistön tyypillisten tilojen sisävalaistuksien tehot saatiin laskemalla luvussa 4.1.2 olevilla kaavoilla 4.11 ja 4.12 sekä taulukoiden 4.1, 4.2, 4.3, ja 4.4 arvoja käyttäen. Laskennassa hyödynnettiin valaistustandardin ”*SFS-EN 12464-1 Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus*” [16] määritettyjä kyseisten tilojen valaistusvoimakkuuksia. Laskennassa oletettiin, että sisävalaistuksen valaistustapa on suora ja valaistusta ohjataan käsin päälle-pois-kytkinohjauksella. Lisäksi valaistut tilat ovat niin sanottuja puhtaita tiloja.

Taulukossa 7.3. esitetyt tiloissa käytettävät valonlähteet saatiin tutkimalla eri kiinteistöjen sisävalaistuksia ja vertailemalla, millä valonlähteillä näiden tilojen sisävalaistus on toteutettu. Tilojen valonlähteiksi valittiin yleisimmin tiloissa käytettävät valonlähteet.

Tilojen sisävalaistuksen käyttöajat saatiin selvitettyä toimistokiinteistön aukioloaikojen perusteella. Toimistokiinteistö on auki arkisin viitenä päivänä viikossa kello 07.00-18.00 välisenä aikana eli 11 tuntia päivässä. Viikossa käyttöaika on siten 55 tuntia ja vuodessa 2 860 tuntia. [8]

Taulukkoon 7.3. kirjatut sisävalaistuksen ohjauslaitteiden tehot saatiin tarkastelemalla eri laitevalmistajien antamia sähkölaitteiden tehotietoja ja vertailemalla niitä keskenään. Valitut tehot ovat tyypillisesti kiinteistössä käytettyjen sähkölaitteiden tehoja. [20; 32; 33] Lisäksi nämä sähkölaitteet ovat aina päällä, joten ne kuluttavat sähkö vuoden ympäri, joten vuodessa ohjauslaitteiden käyttöaika on 8 760 tuntia.

Taulukko 7.4. sisältää tiedot siitä, kuinka paljon edellä taulukkoon 7.3. kirjatut asunto- ja kiinteistötilojen valaistukset kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukossa 7.4. olevat sähkönkulutusarvot saatiin laskemalla taulukossa 7.3. sisältävien tilojen valaistuksien ja ohjauslaitteiden tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.



**Taulukko 7.4.** Asunnon ja kiinteistön tyypillisten tilojen sisävalaistuksen ja niiden ohjauslaitteiden sähkönkulutukset vuodessa.

Tila, Ohjauslaite	Sähköenergian kulutus vuodessa
Asunto	24,0 kWh
Yhteiskäyttöinen tila	22,9 kWh
Myymälätila	57,2 kWh
Sosiaalitila	183,0 kWh
Avotoimisto	57,2 kWh
Toimistohuone	57,2 kWh
Neuvotteluhuone	57,2 kWh
Käytävä	11,4 kWh
Autohalli	10,0 kWh
Valonsäädin	8,8 kWh
Liiketunnistin	8,8 kWh
Läsnäolotunnistin	10,5 kWh

Taulukossa 7.4. olevien asunnon- ja kiinteistötilojen sisävalaistuksen sähkönkulutuksia saataisiin pienennettyä käyttämällä mahdollisimman vähän sähköä kuluttavia sisävalaisimia ja valonlähteitä. Asunnon- ja kiinteistötilojen sisävalaistuksen sähkönkulutukset pienenisivät, jos nykyisten valaisimien ja valonlähteiden tilalla käytettäisiin LED-valaisimia ja -valonlähteitä. LED-valaisimet ja -valonlähteet kuluttavat vähemmän sähköä kuin taulukkoon 7.3. kirjatut nykyiset valonlähteet hehkulamppu, loisteputki ja energiansäästölamppu.

Lisäksi asunnon- ja kiinteistötilojen sisävalaistuksen sähkönkulutusta saataisiin pienennettyä käyttämällä erilaisia valaistushajauksia esimerkiksi taulukoissa 7.3. ja 7.4. sekä luvussa 5.2.5 esiteltäviä liike- ja läsnäolotunnistimia. Tämän seurauksena valaisimet eivät olisi turhaan päällä tiloissa, kun tila on tyhjillään. Lisäksi valaistuksen sähkönkulutusta saadaan pienennettyä erilaisilla valaistushajausjärjestelmillä. Myös valaisimien valaistusvoimakkuuden säätö vaikuttaisi valaistuksen sähkönkulutukseen pienentävästi.

Taulukossa 7.4. olevien sisävalaistuksen ohjauslaitteiden sähkönkulutuksia saataisiin pienennettyä valitsemalla sisävalaisimien tapaan mahdollisimman energiatehokkaat sähkölaitteet. Ohjauslaitteet ovat myös aina valmiustilassa, joten myös niiden käyttöaikoja muokkaamalla saataisiin sähkönkulutusta pienennettyä. Sisävalaistuksen ohjauslaitteita voitaisiin kytkeä ajastimen perään tai niitä voitaisiin ohjata esimerkiksi luvussa 6.5 esitetyn ”T520 Kulunvalvontajärjestelmän” avulla. Tämän seurauksena sisävalaistuksen ohjauslaitteet kuluttaisivat sähköä vain silloin, kun kiinteistö on käytössä.

## 7.2.2 Ulkovalaistus

Tässä luvussa tarkastellaan kiinteistön ulkovalaistusjärjestelmien ”S252 Ulkovalaistusjärjestelmä”, ”S253 Aluevalaistusjärjestelmä” ja ”S254 Julkisivuvalaistusjärjestelmä” sähkölaitteiden sähkönkulutuksia. Taulukkoon 7.5. on koottu edellä esitettyjen ulkovalaistusjärjestelmien ulkovalaisimien ja niiden ohjauslaitteiden tehot ja käyttöajat. Lisäk-

si taulukko 7.5. sisältää yleisimmät valonlähteet, jolla kyseiset ulkovalaistukset usein toteutetaan.

**Taulukko 7.5.** Ulkovalaistusjärjestelmien valaisimien ja niiden ohjauslaitteiden tehot ja käyttöajat. [20; 32]

Järjestelmä, sähkölaite	Teho	Käyttöaika	Valonlähde (lamppu)
<b>S252 Ulkovalaistusjärjestelmä</b>			
Ulkoseinävalaisin	35,0 W	4314 h	Pienloisteputki, monimetallilamppu
Ulkokatosvalaisin	35,0 W	4314 h	Pienloisteputki, monimetallilamppu
Terassivalaisin	35,0 W	4314 h	Pienloisteputki, monimetallilamppu
Talonumerovalaisin	9,0 W	4314 h	Pienloisteputki
<b>S253 Aluevalaistusjärjestelmä</b>			
Piha tai oleskeluvalaistus	0,3 W/m <sup>2</sup>	4314 h	Pienloisteputki, monimetallilamppu
<b>S254 Julkisivuvalaistusjärjestelmä</b>			
Valonheitin	70,0 W	4314 h	Monimetallilamppu
<b>Ohjauslaitteet</b>			
Valonsäädin	1,0 W	8760 h	
Kellokytkin	1,0 W	8760 h	
Liiketunnistin	0,8 W	8760 h	
Hämäräkytkin	1,0 W	8760 h	

Taulukossa 7.5. olevat ulkovalaistuksen valaisimien tehot saatiin tutkimalla eri kiinteistöjen ulkovalaistuksia. Kiinteistöjen ulkovalaistuksista selvitettiin, millaisilla valaisimilla ja valonlähteillä kyseinen ulkovalaistus on yleensä toteutettu. Näiden tutkimusten pohjalta valittiin tyypilliset ulkovalaisimien tehot. Nämä valaistukset ovat käytössä, kun ulkona on pimeää. Vuodessa Suomessa Tampereella pimeän ajan pituus on 4 314 tuntia, joka on näin ollen myös näiden valaisimien käyttöaika.

Taulukossa 7.5. olevien ulkovalaistuksien ohjauslaitteiden tehot saatiin tutkimalla eri laitevalmistajien antamia sähkölaitteiden tehotietoja ja vertailemalla niitä keskenään. Valitut tehot ovat tyypillisesti kiinteistössä käytettyjen sähkölaitteiden tehoja. [20; 32] Lisäksi nämä sähkölaitteet ovat aina päällä, joten ne kuluttavat sähköä vuoden ympäri. Vuodessa ohjauslaitteiden käyttöaika on 8 760 tuntia.

Taulukossa 7.6. on esitetty, kuinka paljon edellä taulukkoon 7.5. kirjatut ulkovalaisimet ja niiden ohjauslaitteet kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukossa 7.6. olevat sähkönkulutusarvot saatiin laskemalla taulukkoon 7.5. koottujen ulkovalaisimien ja niiden ohjauslaitteiden tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.6.** Ulkovalaisimien ja niiden ohjauslaitteiden sähkönkulutukset vuodessa.

Järjestelmä, sähkölaite	Sähköenergian kulutus vuodessa
<b>S252 Ulkovalaistusjärjestelmä</b>	
Ulkoseinävalaisin	151,0 kWh
Ulkokatosvalaisin	151,0 kWh
Terassivalaisin	151,0 kWh
Talonnumerovalaisin	38,8 kWh
<b>S253 Aluevalaistusjärjestelmä</b>	
Piha- / Oleskeluvalaistus	1,4 kWh
<b>S254 Julkisivuvalaistusjärjestelmä</b>	
Valonheitin	302,0 kWh
<b>Ohjauslaitteet</b>	
Valonsäädin	8,8 kWh
Kellokytkin	8,8 kWh
Liiketunnistin	7,0 kWh
Hämäräkytkin	8,8 kWh

Taulukossa 7.6. olevien ulkovalaisimien ja niiden ohjauslaitteiden sähkönkulutuksia saataisiin pienennettyä käyttämällä mahdollisimman vähän sähköä kuluttavia sähkölaitteita. Ulkovalaistuksien sähkönkulutukset pienenisivät, jos nykyisten valaisimien ja valonlähteiden tilalla käytettäisiin LED-valaisimia ja -valonlähteitä. LED-valaisimet ja -valonlähteet kuluttavat vähemmän sähköä kuin ulkovalaistuksessa taulukkoon 7.5. kirjattu nykyiset valonlähteet hehku- ja monimetallilamput. Lisäksi ulkovalaistuksien sähkönkulutusta saataisiin pienennettyä säätämällä niiden valonvoimakkuuksia. Ulkovalaisimien ei tarvitsisi heti syttyä täydelle valaistusteholle, vaan niiden valovoimakkuus voisi muuttua ulkona olevan valonmäärän mukaisesti.

### 7.2.3 Muut valaistukset

Tässä luvussa tarkastellaan kiinteistön muita valaistusjärjestelmiä ”S255 Mainosvalaistusjärjestelmää” ja ”S256 Esitysvalaistusjärjestelmää”. Taulukko 7.7. sisältää edellä esitettyjen valaistusjärjestelmien valaisimien ja niiden ohjauslaitteiden tehot ja käyttöajat.

Taulukossa 7.7. olevien edellä mainittujen valaistusjärjestelmien valaisimien ja niiden ohjauslaitteiden tehot saatiin tutkimalla eri laitevalmistajien antamia sähkölaitteiden tehotietoja ja vertailemalla niitä keskenään. Valitut tehot ovat tyypillisesti kiinteistössä käytettyjen sähkölaitteiden tehoja. [20; 32; 34; 35; 36; 37]

Taulukkoon 7.7. kirjattuja mainosvalaisimia käytetään pimeään aikaan. Vuodessa Suomessa Tampereella pimeän ajan pituus on 4 314 tuntia, joka valittiin mainosvalaisimien käyttöajaksi. Mainosvalaistuksen ohjauslaitteet ovat aina päällä, joten ne kuluttavat sähköä vuoden ympäri. Vuodessa käyttöaika on 8 760 tuntia.

**Taulukko 7.7.** Mainos- ja esitysvaistusjärjestelmien valaisimien ja niiden ohjauslaitteiden tehot ja käyttöajat. [20; 32; 34; 35; 36; 37]

Järjestelmä, sähkölaite	Teho	Käyttöaika
<b>S255 Mainosvalaistusjärjestelmä</b>		
Mainosvalaisin loisteputki	150,0 W/m <sup>2</sup>	4314 h
Mainosvalaisin LED	30,0 W/m <sup>2</sup>	4314 h
Kellokytkin	1,0 W	8760 h
Hämäräkytkin	1,0 W	8760 h
<b>S256 Esitysvaistusjärjestelmä</b>		
Valaisin	1200,0 W	312 h
Himmennin	36719,0 W	312 h
Ohjauspöytä	5,0 W	312 h

Taulukossa 7.7. olevat esitysvaistusjärjestelmän valaisin ja ohjauslaitteet ovat päällä kiinteistössä pidettävien esitysten aikana. Niiden käyttöajat saatiin olettamalla, että ne ovat päällä kaksi kertaa viikossa yhteensä kuusi tuntia. Vuodessa sähkölaiteiden käyttöaika on 312 tuntia. Kiinteistön esitysvaistusjärjestelmän laitteet ovat kuitenkin paljon käyttäjästä riippuvia, joten taulukossa 7.7. sijaitsevat tehot ja niiden käyttöajat ovat vain suuntaa antavia.

Taulukossa 7.8. on esitetty, kuinka paljon edellä taulukkoon 7.7. kootut valaisimet ja niiden ohjauslaitteet kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukkoon 7.8. kirjatut sähkönkulutusarvot saatiin laskemalla taulukkoon 7.7. koottujen valaisimien ja niiden ohjauslaitteiden tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.8.** Mainos- ja esitysvalaisimien ja niiden ohjauslaitteiden sähkönkulutukset vuodessa.

Järjestelmä, sähkölaite	Sähköenergian kulutus vuodessa
<b>S255 Mainosvalaistusjärjestelmä</b>	
Mainosvalaisin loisteputki	647,1 kWh
Mainosvalaisin LED	129,4 kWh
Kellokytkin	8,8 kWh
Hämäräkytkin	8,8 kWh
<b>S256 Esitysvaistusjärjestelmä</b>	
Valaisin	374,4 kWh
Himmennin	11456,0 kWh
Ohjauspöytä	1,6 kWh

Taulukossa 7.8. esitettyjen mainos- ja esitysvalaisimien ja niiden ohjauslaitteiden sähkönkulutuksia saataisiin pienennettyä käyttämällä mahdollisimman energiatehokkaita sähkölaitteita. Mainos- ja esitysvaistuksen sähkönkulutukset pienenisivät, jos nykyisten valaisimien ja valonlähteiden tilalla käytettäisiin aina LED-valaisimia ja -valonlähteitä. Lisäksi mainosvalaistuksen sähkönkulutusta saataisiin laskettua säättämällä valaisimien valonvoimakkuuksia. Mainosvalaisimien ei tarvitsisi heti syttyä täydelle

valaistusteholle, vaan niiden valovoimakkuus voisi muuttua ulkona olevan valomäärän perusteella.

### 7.3 Sähkölämmitykset

Tässä luvussa tutkitaan S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmiä, jotka liittyvät kiinteistön sähkölämmityksiin. Kiinteistön lämmitystä käsitellään omana ryhmänä, koska kuten luvussa 3.1 nähtiin, sähkölämmitykset kuluttavat suuren osan kiinteistön sähköstä. Tässä luvussa tutkitaan seuraavia lämmitysjärjestelmiä ”S261 Rakennuksen sähkölämmitysjärjestelmä”, ”S262 Lattialämmitysjärjestelmä”, ”S263 Sähkölämmitteiset ikkunat”, ”S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset”, ”S265 Putkistojen saattolämmitykset” ja ”S266 Alueiden sulanapidot”. Taulukko 7.9. sisältää edellä mainittujen lämmitysjärjestelmien ja niihin sisältyvien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat.

**Taulukko 7.9.** Lämmitykseen liittyvien sähköjärjestelmien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat. [23; 24; 25; 38; 39; 40]

Järjestelmä, sähkölaite	Teho	Käyttöaika
S261 Rakennuksen sähkölämmitys		
Lämmityslaite (patteri)	25,0 W/m <sup>3</sup>	6552 h
Termostaatti	2,0 W	6552 h
S262 Lattialämmitykset		
Lattialämmityskaapeli	20,0 W/m	8760 h
Lattialämmityselementti	100,0 W/m <sup>2</sup>	8760 h
Termostaatti	0,3 W	8760 h
S263 Sähkölämmitteiset ikkunat		
Ikkunaelementti	200,0 W/m <sup>2</sup>	6552 h
Termostaatti	2,0 W	6552 h
S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset		
Lämmityskaapeli	28,0 W/m	6552 h
Termostaatti	0,9 W	6552 h
S265 Putkistojen saattolämmitykset		
Lämmityskaapeli	20,0 W/m	6552 h
Termostaatti	0,9 W	6552 h
S266 Alueiden sulanapidot		
Lämmityskaapeli	90,0 W/m	6552 h
Lämmityselementti	300,0 W/m <sup>2</sup>	6552 h
Termostaatti	0,9 W	6552 h

Taulukossa 7.9. olevien lämmitysjärjestelmien sähkölaitteiden tehot saatiin tutkimalla eri laitevalmistajien antamia sähkölaitteiden tehotietoja ja vertaamalla niitä keskenään. Valitut tehot ovat tyypillisesti kiinteistössä käytettävien sähkölaitteiden tehoja. [23; 24; 25; 38; 39; 40]

Taulukossa 7.9. sijaitsevat lämmitysjärjestelmien sähkölaitteiden käyttöajat saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että vuoden aikana lämmitykset ovat ”S262 Lattialämmi-

*tysjärjestelmää”* lukuun ottamatta pois päältä kesäisin eli kesä-, heinä- ja elokuun. Vuodessa lämmitysjärjestelmien sähkölaitteiden käyttöaika on 6 552 tuntia.

Koska ”*S262 Lattialämmitysjärjestelmän*” sähkölaitteita suositellaan pidettävän päällä myös kesäisin, oletetaan sen olevan päällä vuoden ympäri. Vuodessa tämän sähkölaitteiden käyttöaika on 8 760 tuntia.

Taulukossa 7.10. on esitetty, kuinka paljon edellä taulukkoon 7.9. kirjatut lämmitysjärjestelmien sähkölaitteet kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukossa 7.10. olevat sähkönkulutusarvot saatiin laskemalla taulukkoon 7.9. koottujen lämmitysjärjestelmien sähkölaitteiden tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.10.** *Lämmitykseen liittyvien sähkölaitteiden sähkölaitteiden sähkönkulutukset vuodessa.*

Järjestelmä, sähkölaitte	Sähköenergian kulutus vuodessa
<b>S261 Rakennuksen sähkölämmitys</b>	
Lämmityslaitte (patteri)	164,0 kWh
Termostaatti	13,0 kWh
<b>S262 Lattialämmitykset</b>	
Lattialämmityskaapeli	175,0 kWh
Lattialämmityselementti	876,0 kWh
Termostaatti	2,0 kWh
<b>S263 Sähkölämmitteiset ikkunat</b>	
Ikkunaelementti	1310,0 kWh
Termostaatti	13,0 kWh
<b>S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset</b>	
Lämmityskaapeli	183,0 kWh
Termostaatti	6,0 kWh
<b>S265 Putkistojen saattolämmitys</b>	
Lämmityskaapeli	131,0 kWh
Termostaatti	6,0 kWh
<b>S266 Alueiden sulanapidot</b>	
Lämmityskaapeli	590,0 kWh
Lämmityselementti	1966,0 kWh
Termostaatti	6,0 kWh

Taulukossa 7.10. sisältävien lämmitysjärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutuksia saataisiin pienennettyä mahdollisimman energiatehokkaiden sähkölaitteiden lisäksi pyrkimällä rakentamaan mahdollisimman energiatehokkaita ja vähän lämpöenergiaa vuotavia kiinteistöjä. Esimerkiksi lämmitysjärjestelmien ”*S261 Rakennuksen sähkölämmitys*”, ”*S262 Lattialämmitykset*” ja ”*S263 Sähkölämmitteiset ikkunat*” sähköenergian kulutukset saataisiin tämän avulla pienennettyä. Näiden järjestelmien sähkönkulutuksien suuruuteen tulee tulevaisuudessa vaikuttamaan suuresti luvussa 2.1 esitettyjen lakien, määräysten ja tavoitteiden noudattamien. Näitä lakeja, tavoitteita ja säädöksiä noudattamalla lämmitysjärjestelmien sähkönkulutukset tulevat oletettavasti pienenty-  
mään.

Järjestelmien ”S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset”, ”S265 Putkistojen saatto-lämmitys” ja ”S266 Alueiden sulanapidot” sähkönkulutusten suuruuteen vaikuttavat sääolosuhteet. Leutojen ja lumettomien talvien aikana ei näiden käyttö ole tarpeellista. Näinä vuosina järjestelmien käyttöajat ovat paljon edellä esitettyjä lyhyemmät.

## 7.4 Kiinteistön laitteet ja laitteistot

Tässä luvussa tarkastellaan S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmää ”S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys” ja sen sähkönkulutusta. Taulukko 7.11. sisältää edellä mainitun sähköjärjestelmään sisältyvien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat.

**Taulukko 7.11.** Kiinteistön laitteiden ja -laitteistojen tehot ja käyttöajat. [41; 42; 43; 44; 45]

Sähkölaitte	Teho	Käyttöaika
Hissi	277,0 W	8760 h
Liukuporras	1312,0 W	4212 h
Sähkötoiminen ovi (liukuovi)	80,0 W	4212 h
Sähkökiuas	1000,0 W/m <sup>3</sup>	1456 h
Jätepuristin	7500,0 W	52 h

Taulukossa 7.11. olevien kiinteistön laitteiden ja laitteistojen tehot saatiin tutkimalla eri laitevalmistajien antamia laitteiden ja laitteistojen tehotietoja ja vertaamalla niitä keskenään. Lisäksi hissien ja liukuportaiden tehot saatiin selville aikaisemmin tehtyjen tutkimusten avulla. Työhön valitut kiinteistön sähkölaitteet ja -laitteistot ovat tyypillisiä kiinteistöön toteutettavia sähkölaitteita ja -laitteistoja. Lisäksi valittujen sähkölaitteiden ja -laitteistojen tehot ovat tyypillisesti kiinteistössä käytettyjen sähkölaitteiden tehoja. [41; 42; 43; 44; 45]

Taulukossa 7.11. olevien liukuportaan ja sähkötoimisen oven käyttöajat saatiin liikekiinteistön aukioloaikojen perusteella. Liikekiinteistö on auki arkisin viisi kertaa viikossa kello 08.00–21.00, lauantaisin kello 08.00–18.00 ja sunnuntaisin kello 12.00–21.00. Viikossa liikekiinteistö on auki yhteensä 29 tuntia, jonka seurauksena vuodessa näiden laitteiden käyttöaika on 4 212 tuntia.

Taulukkoon 7.11. kirjattua hissiä käytetään asuin-, liike- ja toimistokiinteistöissä. Asuinkiinteistössä hissiä käytetään ympäri vuorokauden, joten tämä valittiin hissien käyttöajaksi. Vuodessa hissien käyttöaika on 8 760 tuntia.

Taulukossa 7.11. olevaa sähkökiuasta käytetään esimerkiksi asuinkiinteistöissä ja erilaisten kiinteistöjen kokoustiloissa. Sähkökiukaan käyttöaika saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että kerrostalokiinteistössä on saunavuoroja seitsemän kertaa viikossa kello 17.00–21.00. Viikossa sähkökiukaan käyttöajaksi saatiin 28 tuntia, joten vuodessa sähkökiukaan käyttöaika on 1 456 tuntia.

Taulukossa 7.11. kirjattua jätepuristinta käytetään kiinteistön väliaikaisena jätteiden säilytyspaikkana. Jätepuristimen käyttöaika saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että



jätepuristinta käytetään viikossa yhden tunnin ajan, joten vuodessa sen käyttöaika on 52 tuntia.

Taulukossa 7.12. on esitetty, kuinka paljon edellä taulukossa 7.11. olevat kiinteistön sähkölaitteet ja -laitteistot kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukkoon 7.12. kirjatut sähkönkulutukset saatiin laskemalla taulukossa 7.11. esitettyjen kiinteistön sähkölaitteiden ja – laitteistojen tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.12.** Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähkönkulutukset vuodessa.

Järjestelmä, sähkölaitte	Sähköenergian kulutus vuodessa
Hissi	2427,0 kWh
Liukuporras	5526,0 kWh
Sähkötoiminen ovi (liukuovi)	337,0 kWh
Sähkökiuas	1456,0 kWh
Jätepuristin	390,0 kWh

Taulukkoon 7.12. koottujen kiinteistön sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkönkulutuksia saataisiin pienennettyä mahdollisemman energiatehokkaiden sähkölaitteiden lisäksi vaikuttamalla kiinteistön sähkölaitteiden ja -laitteistojen käyttöaikoihin. Esimerkiksi kerrostalokiinteistöissä kiuas on päällä aina saunavuorojen ajan, vaikka sauna olisi-kin pitkiä aikoja tyhjillään.

## 7.5 LVI-laitteet ja -laitteistot

Tässä luvussa tutkitaan S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmää ”S232 LVI-laitteiden ja – laitteistojen sähköistys” ja sen sähkönkulutusta. Tätä järjestelmää käsitellään erikseen, koska kuten jo luvussa 3.1 huomattiin, LVI-laitteet ja -laitteistot kuluttavat suuren osan kiinteistön sähköstä. Luvussa 3.1 esitetyissä tutkimuksissa LVI-järjestelmän sähkönkulutuksia oli tutkittu vain järjestelmän sisältämien LVI-laitteiden ja – laitteistojen sähkönkulutuksien perusteella. Tässä työssä tarkasteluun otetaan mukaan myös LVI-sähkökeskusten sähkönkulutukset.

### 7.5.1 LVI-sähkökeskusten tehot

Tässä luvussa tarkastellaan erilaisia LVI-sähkökeskuksia ja niiden tehoja. LVI-sähkökeskusten tehoja tutkittiin samoin kuin luvussa 7.1.1. Tehot selvitettiin tutkimala eri keskuskomponenttien ja keskusten sisäisten johdotusten tehoja.

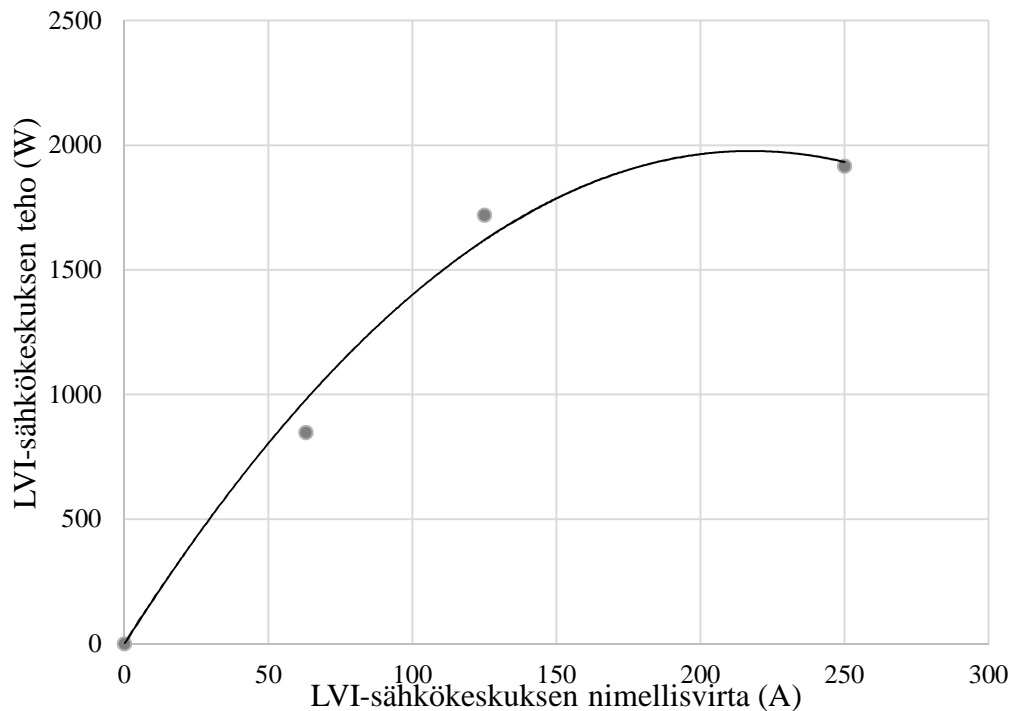
Kuten luvussa 7.1.1 kerrottiin, erilaisten keskuskomponenttien tehot saatiin mittaamalla luvussa 4.2.2 esitetyllä FLUKE 289 yleismittarilla. Mittaukset suoritettiin mittaamalla vanhan käytöstä poistuneen LVI-sähkökeskuksen keskuskomponentteja. Keskuksesta mitattiin sen keskuskomponenttien ylimeneviä virtoja, jännitteitä ja vastuksia. Mittaustulosten perusteella saatiin selvitettyä keskuskomponenttien tehot laskemalla ne luvussa 4.1 esitetyllä kaavalla 4.3. Keskusten sisäisten johdotuksien tehohäviöt saatiin



laskettua kaavoilla 4.9 ja 4.10. Lisäksi osa keskuskomponenttien tehoista saatiin tutkimalla eri laitevalmistajien antamia komponenttien tehotietoja ja vertailemalla niitä keskenään. [29; 30]

LVI-sähkökeskusten tehot saatiin tutkimalla nimellisvirroiltaan erikokoisia LVI-sähkökeskuksia ja niiden pääkaavioita. Työhön valittiin tyypillisesti kiinteistöissä olevia keskuksia. Keskusten pääkaavioiden avulla selvitettiin, mitä keskuskomponentteja kunkin sähkökeskuksen keskuslähdöt sisältävät ja selvitettiin niiden tehot. Tämän jälkeen saatiin laskettua kaikkien sähkökeskuksen pääkaavion mukaisten lähtöjen tehot, jonka seurauksena saatiin selvitettyä nimellisvirroiltaan erikokoisten LVI-sähkökeskusten tehot.

Laskennassa oletettiin, että keskuksen kaikki lähdöt ovat kaikki käytössä samanaikaisesti ja niitä kuormitetaan kokoajan niiden nimellisvirtojen suuruisella kuormalla. Tämän seurauksena keskuksien tehot on kerrottava vielä tasoituskertoimella, koska normaalissa käyttötilanteessa ei keskuksien kaikki lähdöt ole käytössä, eikä niitä kuormiteta jatkuvasti niiden nimellisvirran suuruisella kuormalla. Tasoituskertoimeksi valittiin tyypillisesti LVI-laitteiden ja –laitteistojen sähköistyksessä käytetty arvo 0,6. Kuvassa 7.3 on esitetty tasoituskertoimella kerrottujen nimellisvirroiltaan erikokoisten LVI-sähkökeskusten tehot.



**Kuva 7.3.** Nimellisvirroiltaan erikokoisten LVI-sähkökeskusten tasoituskertoimella kerrotut tehot.

Kuvassa 7.3 olevat arvopisteet ovat työssä laskettujen LVI-sähkökeskusten tehoja. Näiden tulosten avulla saatiin piirrettyä kuvaaja, joka kuvastaa keskuksen tehon kehittymistä sen koon muuttuessa. Kuvan perusteella voidaan todeta, että LVI-sähkökeskuksen teho kasvaa keskuksen koon eli sen nimellisvirran suuruuden kasvaes-

sa. Keskuksen tehon kasvu johtuu siitä, kun keskuksen koko kasvaa myös sen sisältämien keskuslähtöjen lukumäärä kasvaa, jonka seurauksena keskus sisältää enemmän keskuskomponentteja.

### 7.5.2 LVI-laitteiden ja laitteistojen sähkönkulutukset

Tässä luvussa tutkitaan LVI-laitteiden ja –laitteistojen sekä LVI-sähkökeskusten sähkönkulutuksia. LVI-laitteet ja –laitteistot on jaettu suurempiin laitekokonaisuuksiin: ilmanvaihto-, jäähdytys- ja lämmityslaitteet riippuen niiden käyttötarkoituksista. Taulukko 7.13. sisältää LVI-laitteiden ja –laitteistojen ja niiden sähköistykseen tarvittavien LVI-sähkökeskusten tehot ja käyttöajat.

**Taulukko 7.13.** LVI-laitteiden ja –laitteistojen ja niiden sähköistykseen tarvittavien LVI-sähkökeskusten tehot ja käyttöajat.

Sähkölaite	Teho	Käyttöaika
LVI-sähkökeskus $I_{n,lvi,kes} = 250$ A	1900,0 W	8760 h
LVI-sähkökeskus $I_{n,lvi,kes} = 125$ A	1600,0 W	8760 h
LVI-sähkökeskus $I_{n,lvi,kes} = 63$ A	900,0 W	8760 h
Ilmanvaihtolaitteet	4,4 W/m <sup>2</sup>	8760 h
Jäähdytyslaitteet	21,2 W/m <sup>2</sup>	2108 h
Lämmityslaitteet	1,4 W/m <sup>2</sup>	6652 h

Taulukon 7.13 ilmanvaihto-, jäähdytys- ja lämmityslaitteiden tehot saatiin tutkimalla erilaisten tyyppillisten kiinteistöjen LVI-laitteita ja –laitteistoja sekä niiden tehoja. Laitteiden ja laitteistojen tehoja verrattiin kiinteistön pinta-aloihin, jonka seurauksena saatiin laskettua laitteiden tehot kiinteistön pinta-alaa kohden. LVI-sähkökeskusten tehot saatiin selvitettyä edellisessä luvussa esitetyn kuvan 7.3 avulla. Taulukkoon 7.13 valitut LVI-sähkökeskukset ovat tyyppillisesti kiinteistössä esiintyviä LVI-keskuksia. LVI-laitteiden ja –laitteistojen sekä LVI-sähkökeskusten lisäksi järjestelmän sähkönkulutukseen vaikuttavat myös kaapeloinneista muodostuvat tehohäviöt, jotka ovat seurausta kaapeleiden lämpenemisestä. Nämä edellä mainitut tehohäviöt on rajattu tämän työn ulkopuolelle, koska niiden tarkka laskeminen vaatisi tietoa kiinteistöön toteutettavista kaapeleista ja niiden pituuksista.

Taulukossa 7.13. olevat LVI-laitteita ja –laitteistoja syöttävät LVI-sähkökeskukset sekä ilmanvaihtolaitteet ovat aina käytössä. Nämä keskukset kuluttavat sähköä vuoden ympäri, joten vuodessa niiden käyttöaika on 8 760 tuntia.

Taulukossa 7.13 olevia jäähdytyslaitteita käytetään suurimmaksi osaksi kesäisin viilentämään sisäilmaa. Tämän perusteella niiden käyttöaika vuodessa on 2 108 tuntia. Lämmityslaitteita käytetään taas päivittäin, suurimmaksi osaksi, muina vuodenaikoina kesää lukuun ottamatta eli keväällä, syksyllä ja talvella. Tämän seurauksena lämmityslaitteiden käyttöaika vuodessa on 6 652 tuntia.

Taulukko 7.14. sisältää tiedon siitä, kuinka paljon edellä taulukossa 7.13. esitetyt kiinteistön LVI-laitteet ja –laitteistot sekä niitä syöttävät LVI-sähkökeskukset kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukossa 7.14. olevat sähkönkulutusarvot saatiin laskemalla

taulukkoon 7.13. koottujen kiinteistön LVI-laitteiden ja – laitteistojen ja niitä syöttävien LVI-sähkökeskusten tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.14.** LVI-laitteiden ja – laitteistojen ja niiden sähköistämiseen tarvittavien LVI-sähkökeskusten sähkönkulutukset vuodessa.

Sähkölaite	Sähköenergian kulutus vuodessa
LVI-sähkökeskus $I_{n,lvi,kes} = 250$ A	16644,0 kWh
LVI-sähkökeskus $I_{n,lvi,kes} = 125$ A	14016,0 kWh
LVI-sähkökeskus $I_{n,lvi,kes} = 63$ A	7884,0 kWh
Ilmanvaihtolaitteet	38,1 kWh
Jäähdytyslaitteet	44,6 kWh
Lämmityslaitteet	9,2 kWh

Taulukossa 7.14. sijaitsevien kiinteistön LVI-laitteiden ja – laitteistojen sekä LVI-sähkökeskusten sähkönkulutuksia saataisiin pienennettyä valitsemalla mahdollisimman energiatehokkaat laitteet ja pyrkimällä rakentamaan mahdollisimman energiatehokkaita rakennuksia. Tämän järjestelmän sähkönkulutukseen tulee tulevaisuudessa suuresti vaikuttamaan se, miten luvussa 2.1 esitettyjen lakien, tavoitteiden ja määräyksien noudattaminen tulee vaikuttamaan kiinteistöjen LVI-laitteiden ja – laitteistojen sähkönkulutuksiin. Jos laitteiden ja laitteistojen sähkönkulutuksia saadaan pienennettyä, vaikuttaa se suoraan myös niiden sähköistämiseen tarvittavien LVI-sähkökeskusten sähkönkulutuksiin. Mitä nimellisvirroiltaan pienempiä LVI-keskuksia pystyttäisiin toteuttamaan, sitä pienemmät olisivat näiden keskuksien sähkönkulutukset.

## 7.6 Tietojärjestelmät

Tässä luvussa tarkastellaan S2010-sähkönimikkeistön tietoteknisten järjestelmien sähkönkulutuksia lukuun ottamatta järjestelmiä: ”T2 Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät”, ”T5 Tila- ja henkilöturvallisuusjärjestelmät”, ”T6 Paloturvallisuusjärjestelmät” ja ”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä”. Kiinteistön tietotekniset järjestelmät on jaettu kolmeen eriosaan: verkko- ja viestintäjärjestelmät, merkinanto- ja kutsujärjestelmät ja tiedotusjärjestelmät.

### 7.6.1 Verkko- ja viestintäjärjestelmät

Tässä luvussa tarkastellaan tietoteknisten järjestelmien ”T110 Antennijärjestelmä”, ”T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä”, ”T130 Yleiskaapelointijärjestelmä” ja ”T150 Ovipuhelinjärjestelmä” sähkönkulutuksia. Taulukko 7.15. sisältää edellä mainittuihin tietoteknisiin järjestelmiin sisältyvien sähkölaitteiden tehot ja niiden käyttöajat.

**Taulukko 7.15.** Verkko- ja viestintäjärjestelmien tehot ja käyttöajat. [46; 47; 48; 49]

Järjestelmä, sähkölaite	Teho	Käyttöaika
<b>T110 Antennijärjestelmä</b>		
Vahvistin	25,0 W	8760 h
<b>T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä</b>		
Vahvistin	530,0 W	4212 h
Äänilähdelaitte	18,0 W	4212 h
<b>T130 Yleiskaapelointijärjestelmä</b>		
Jakamo	0,4 W/m <sup>2</sup>	8760 h
<b>T150 Ovipuhelinjärjestelmä</b>		
Keskuslaitteisto (ei videokuvaa)	15,0 W	8760 h
Keskuslaitteisto (videokuvalla)	25,0 W	8760 h
Ovipuhelin	0,6 W	8760 h
Ovitaulu	1,2 W	8760 h

Taulukossa 7.15. olevat verkko- ja viestintäjärjestelmien sähkölaitteiden tehot saatiin tarkastelemalla eri laitevalmistajien sähkölaitteiden tehotietoja ja vertaamalla niitä keskenään. Valitut sähkölaitteiden tehot ovat tyypillisesti kiinteistöissä käytettyjen sähkölaitteiden tehoja. ”T130 Yleiskaapelointijärjestelmän” jakamon teho saatiin selville mittauksen avulla. Mittauksessa käytettiin luvussa 4.2.1 esitettyä mittaria PM300. Lisäksi ”T150 Ovipuhelinjärjestelmän” ovipuhelimen ja ovitaulun tehot saatiin laskettua luvussa 4.1 esitetyn kaavan 4.1 avulla. Laskennassa oletettiin, että ovipuhelin ja -taulu ovat ideaalisia ja kuluttavat ainoastaan pätötehoa, joten niiden tehokertoimien  $\cos\phi$  oletettiin olevan yksi. [46; 47; 48; 49]

Taulukossa 7.15. kirjatut tietotekniset järjestelmät ”T110 Antennijärjestelmä”, ”T130 Yleiskaapelointijärjestelmä” ja ”T150 Ovipuhelinjärjestelmä” ovat aina päällä. Näiden järjestelmien sähkölaitteet kuluttavat sähköä vuoden ympäri, joten vuodessa näiden järjestelmien sähkölaitteiden käyttöaika on 8 760 tuntia.

Taulukkoon 7.15. olevaa tietoteknistä järjestelmää ”T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä” käytetään yleensä liike- eli kauppa- sekä toimistokiinteistöjen yleisäänentoistoon. ”T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmän” käyttöaika saatiin vertaamalla kauppa- ja toimistokiinteistöjen aukioloaikoja. Kauppakiinteistö on auki arkisin viitenä päivänä viikossa kello 08.00-21.00 eli yhteensä 13 tuntia, lauantaisin kello 08.00-18.00 eli 10 tuntia ja sunnuntaisin kello 12.00–18.00 eli kuusi tuntia. Toimistokiinteistö on auki arkisin viitenä päivänä viikossa kello 07.00-18.00 eli 11 tuntia. Näiden aukioloaikojen perusteella järjestelmän käyttöaika valitaan kauppakiinteistön aukioloajan perusteella, koska se on pidempi. [8] Edellä todetun perusteella ”T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmän” käyttöaika viikossa on 81 tuntia ja vuodessa 4 212 tuntia.

Taulukko 7.16. sisältää tiedon siitä, kuinka paljon edellä taulukkoon 7.15. kirjatut verkko- ja viestintäjärjestelmien sähkölaitteet kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukossa 7.16. olevat sähkönkulutusarvot saatiin laskemalla taulukossa 7.15. esitettyjen verkko- ja viestintäjärjestelmien sähkölaitteiden tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.16.** Tietoverkko- ja viestintäjärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutukset vuodessa.

Järjestelmä, sähkölaitte	Sähköenergian kulutus vuodessa
T110 Antennijärjestelmä	
Vahvistin	219,0 kWh
T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä	
Vahvistin	2232,0 kWh
Äänilähdelaitte	75,8 kWh
T130 Yleiskaapelointijärjestelmä	
Jakamo	3,6 kWh
T150 Ovipuhelinjärjestelmä	
Keskuslaitteisto (ei videokuvaa)	131,4 kWh
Keskuslaitteisto (videokuvalla)	219,0 kWh
Ovipuhelin	5,3 kWh
Ovitaulu	10,5 kWh

Taulukkoon 7.16. koottujen kiinteistön verkko- ja viestintäjärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutuksia on hankalaa saada muuten pienennettyä, kuin valitsemalla mahdollisimman energiatehokkaat sähkölaitteet. Muut järjestelmät lukuun ottamatta järjestelmää ”T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä” tulee olla aina toiminnassa. Järjestelmän ”T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmän” sähkönkulutusta saataisiin kuitenkin laskettua kiinnittämällä huomiota sen sähkölaitteiden käyttöaikoihin, siten että järjestelmään kuuluvat laitteet olisivat päällä vain tarvittaessa. Tämä järjestelmä voitaisiin liittää esimerkiksi ajastimen perään tai sitä voitaisiin ohjata jollain muulla sähköjärjestelmällä, kuten esimerkiksi ”T520 Kulunvalvontajärjestelmällä” tai ”T810 Rakenusautomaatiojärjestelmällä”, näin sähkölaitteita voitaisiin ohjata muun muassa kiinteistön käyttöaikojen perusteella.

## 7.6.2 Merkinanto- ja kutsujärjestelmät

Tässä luvussa tutkitaan tietoteknisten järjestelmien ”T310 Ovikellojärjestelmä”, ”T320 Varattuvalojärjestelmä”, ”T330 Sisäänpyyntöjärjestelmä”, ”T340 Avunpyyntöjärjestelmä”, ”T350 Kutsujärjestelmä”, ”T360 Vuoronumerojärjestelmä” ja ”T370 Hoitajakutsujärjestelmä” sähkönkulutuksia. Taulukko 7.17. sisältää merkinanto- ja kutsujärjestelmiin sisältyvien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat.

**Taulukko 7.17.** Merkinanto- ja kutsujärjestelmien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat. [20; 50; 51; 52; 53]

Järjestelmä, sähkölaitte	Teho	Käyttöaika
<b>T310 Ovikellojärjestelmä</b>		
Muuntaja	4,0 W	8760 h
Ovikello	6,0 W	8760 h
Ovikello (230 VAC)	15,0 W	8760 h
Painike	1,2 W	8760 h
<b>T320 Varattuvalojärjestelmä</b>		
Muuntajan häviöteho	5,0 W	8760 h
Merkkivalo	1,7 W	312 h
Merkkivalo (230 VAC)	4,6 W	312 h
Kytkin	0,3 W	8760 h
Kytkin (230 VAC)	0,3 W	8760 h
<b>T330 Sisäänpyyntöjärjestelmä</b>		
Muuntajan häviöteho	5,0 W	8760 h
Ovikoje	2,1 W	8760 h
Huonekoje	1,8 W	8760 h
<b>T340 Avunpyyntöjärjestelmä</b>		
Muuntajan häviöteho	5,0 W	8760 h
Valvontakoje (hälytystila)	3,1 W	4,5 h
Valvontakoje (lepotila)	0,1 W	8756 h
Hälytin	1,7 W	4,5 h
Painike	0,6 W	8760 h
Vetopainike	0,6 W	8760 h
<b>T350 Kutsujärjestelmä</b>		
Muuntaja	5,0 W	8760 h
Kutsupainike	0,6 W	8760 h
Kutsun kuittaus painike (hälytystila)	3,1 W	4,5 h
Kutsun kuittaus painike (lepotila)	0,1 W	8756 h
Merkinantonäyttö	0,6 W	4,5 h
Hälytin	1,7 W	4,5 h
<b>T360 Vuoronumerojärjestelmä</b>		
Näyttötaulu	5,5 W	4212 h
Lippuautomaatti	6,0 W	4202 h
Lippuautomaatti (tulostus)	106,0 W	10 h
<b>T370 Hoitajakutsujärjestelmä</b>		
Muuntajan häviöteho	5,0 W	8760 h
Summeri	0,6 W	61 h
Merkkivalo	1,7 W	61 h
Valvontakoje (hälytystila)	3,1 W	61 h
Valvontakoje (lepotila)	0,1 W	8699 h
Painike	0,6 W	8760 h
Hälytin	1,7 W	61 h

Taulukossa 7.17. olevat merkinanto- ja kutsujärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutukset saatiin tarkastelemalla eri laitevalmistajien sähkölaitteiden tehotietoja ja ver-

taamalla niitä keskenään. Lisäksi osa merkinanto- ja kutsujärjestelmien sähkölaitteiden tehot saatiin laskemalla luvussa 4.1.1 esitetyllä kaavalla 4.1 eri laitevalmistajien antamien sähkölaitteiden virta- ja jännitetietojen avulla ja tuloksia vertaamalla. Laskennassa oletettiin, että sähkölaitteet ovat ideaalisia ja kuluttavat ainoastaan pätötehoa, joten niiden tehokertoimien  $\cos\phi$  oletettiin olevan yksi. [20; 50; 51; 52; 53]

Taulukossa 7.17. kirjattu järjestelmä ”T310 Ovikellojärjestelmä” on aina päällä. Lisäksi järjestelmien ”T320 Varattuvalojärjestelmän”, ”T330 Sisäänpyyntöjärjestelmän”, ”T340 Avunpyyntöjärjestelmän” ja ”T370 Hoitajakutsujärjestelmän” muuntajat ja merkkivalollisten kytkimien sekä painikkeiden merkkivalot ovat aina päällä. Nämä edellä mainitut sähkölaitteet kuluttavat sähköä vuoden ympäri, joten näiden laitteiden käyttöaika on 8 760 tuntia.

Taulukossa 7.17. olevan järjestelmän ”T320 Varattuvalojärjestelmä” merkkivalo on käytössä ja kuluttaa sähköä, kun tila, jossa sitä käytetään, on varattuna. Merkkivalon käyttöaika saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että merkkivalo on käytössä kolme kertaa viikossa kaksi tuntia kerrallaan eli viikossa käyttöaika on kuusi tuntia ja vuodessa käyttöaika on 312 tuntia.

Taulukkoon 7.17. kirjattujen järjestelmien ”T340 Avunpyyntöjärjestelmä” ja ”T350 Kutsujärjestelmä” muut sähkölaitteet pois lukien muuntajia ja merkkivalollisia kytkimiä sekä painikkeita, ovat käytössä ja kuluttavat sähköä hälytystilanteissa. Näiden sähkölaitteiden käyttöajat saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että viikossa on yksi viiden minuutin hälytys, joten vuodessa hälytykset kestävät 260 minuuttia eli noin 4,5 tuntia. Avunpyyntöjärjestelmän valvontakoje ja kutsujärjestelmän kutsun kuittauspainike ovat kuitenkin aina päällä, joko hälytys tai lepotilassa. Edellisen oletuksen perusteella saadaan, että nämä sähkölaitteet ovat vuodessa lepotilassa 8 756 tuntia.

Taulukossa 7.17. olevan järjestelmän ”T370 Hoitajakutsujärjestelmä” muut sähkölaitteet pois lukien muuntajia ja merkkivalollisia kytkimiä sekä painikkeita, ovat käytössä ja kuluttavat sähköä hälytystilanteissa. Näiden sähkölaitteiden käyttöajat saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että päivässä on kymmenen hälytystä ja yksi hälytys kestää minuutin, joten vuodessa hälytykset kestävät 3 650 minuuttia eli noin 61 tuntia. Hoitajakutsujärjestelmän valvontakoje on kuitenkin aina päällä, joko hälytys tai lepotilassa. Edellisen oletuksen perusteella saadaan, että valvontakoje on vuodessa lepotilassa 8 699 tuntia.

Taulukossa 7.17. olevaa järjestelmää ”T360 Vuoronumerojärjestelmä” käytetään liikekiinteistöissä, kuten esimerkiksi kaupoissa ja virastoissa. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöajat saadaan liikekiinteistöjen aukioloajoista. Liikekiinteistö eli kauppa on arkisin auki viisi kertaa viikossa kello 08.00-21.00 eli yhteensä 13 tuntia, lauantaisin kello 08.00-18.00 eli 10 tuntia ja sunnuntaisin kello 12.00–18.00 eli kuusi tuntia. Järjestelmän käyttöaika viikossa on 81 tuntia ja vuodessa järjestelmän käyttöaika on 4 212 tuntia. [8] Lippuautomaatin sähkönkulutus riippuu kuitenkin siitä, onko se lepo- vai tulostustilassa. Lippuautomaatin sähkönkulutuksen käyttöajat saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että yhden lipukkeen tulostus kestää yhden sekunnin ja lipukkeita tulostetaan 100 kappaletta päivässä. Päivässä käyttöajaksi saatiin 1 minuutti ja 42 sekuntia,

joten vuodessa käyttöaika on noin 10 tuntia. Tämän seurauksena saadaan, että lippuautomaatti on lepotilassa vuodessa 4 202 tuntia.

Taulukko 7.18. sisältää tiedon siitä, kuinka paljon edellä taulukossa 7.17. esitetyt merkinanto- ja kutsujärjestelmän sähkölaitteet kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukkoon 7.18. kirjatut sähkönkulutusarvot saatiin laskemalla taulukkoon 7.17. koottujen merkinanto- ja kutsujärjestelmien sähkölaitteiden tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.18.** Merkinanto- ja kutsujärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutukset vuodessa.

Järjestelmä, sähkölaite	Sähköenergian kulutus vuodessa
<b>T310 Ovikellojärjestelmä</b>	
Muuntaja	35,0 kWh
Ovikello	52,6 kWh
Ovikello (230 VAC)	131,4 kWh
Painike	10,5 kWh
<b>T320 Varattuvalojärjestelmä</b>	
Muuntajan tehohäviö	43,8 kWh
Merkkivalo	0,5 kWh
Merkkivalo (230 VAC)	1,4 kWh
Kytkin	2,5 kWh
Kytkin (230 VAC)	2,5 kWh
<b>T330 Sisäänpyyntöjärjestelmä</b>	
Muuntajan tehohäviö	43,8 kWh
Ovikoje	18,4 kWh
Huonekoje	15,9 kWh
<b>T340 Avunpyyntöjärjestelmä</b>	
Muuntajan tehohäviö	43,8 kWh
Valvontakoje (hälytystila)	14,0 Wh
Valvontakoje (lepotila)	1,2 kWh
Hälytin	8,0 Wh
Painike	4,9 kWh
Vetopainike	4,9 kWh
<b>T350 Kutsujärjestelmä</b>	
Muuntajan tehohäviö	43,8 kWh
Kutsupainike	4,9 kWh
Kutsun kuittaus painike (hälytystila)	14,0 Wh
Kutsun kuittaus painike (lepotila)	1,2 kWh
Merkinantonäyttö	3,0 Wh
Hälytin	8,0 Wh
<b>T360 Vuoronumerojärjestelmä</b>	
Näyttötaulu	23,2 kWh
Lippuautomaatti	25,2 kWh
Lippuautomaatti (tulostus)	1,1 kWh
<b>T370 Hoitajakutsujärjestelmä</b>	



Muuntajan tehohäviö	43,8 kWh
Summeri	34,0 Wh
Merkkivalo	0,1 kWh
Valvontakoje (hälytystila)	0,2 kWh
Valvontakoje (lepotila)	1,2 kWh
Painike	4,9 kWh
Hälytin	0,1 kWh

Taulukossa 7.18. olevien merkinanto- ja kutsujärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutuksia saataisiin pienennettyä mahdollisimman energiatehokkaiden sähkölaitteiden lisäksi muokkaamalla järjestelmien käyttöaikoja. Sähkölaitteiden sähkölaitteiden voitaisiin liittää ajastimen perään, jolloin kyseiset sähkölaitteet toimisivat ja kuluttaisivat sähköä vain silloin, kun kiinteistö olisi käytössä.

Yksi vaihtoehto edellä mainittujen lisäksi olisi se, että, että järjestelmien sähkölaitteet liitettäisiin ja niitä ohjattaisiin jonkin muun järjestelmän avulla, kuten esimerkiksi ”T520 Kulunvalvontajärjestelmällä” tai ”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmällä”. Tämän seurauksena sähkölaitteita voitaisiin ohjata esimerkiksi kiinteistön aukioloaikojen mukaisesti. Myös järjestelmien sähkölaitteiden käyttäjien käyttötottumuksia muokkaamalla saataisiin laitteiden sähkönkulutuksien suuruutta laskettua.

### 7.6.3 Tiedotusjärjestelmät

Tässä luvussa käsitellään tietoteknisten järjestelmien ”T410 Ajannäyttöjärjestelmä”, ”T440 Säätälannäyttöjärjestelmä” ja ”T450 Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmä” sähkönkulutuksia. Taulukko 7.19. sisältää tiedotusjärjestelmiin sisältyvien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat.

**Taulukko 7.19.** Tiedotusjärjestelmien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat. [34; 54; 55; 56]

Järjestelmä, sähkölaitte	Teho	Käyttöaika
T410 Ajannäyttöjärjestelmä		
Pääkello	35,0 W	8760 h
Impulssivahvistin	3,7 W	8760 h
Sivukello	1,7 W	8760 h
Sivukello (valaistu)	51,0 W	8760 h
Ajannäyttölaitte (digikello)	15,0 W	8760 h
T440 Säätälannäyttöjärjestelmä	200,0 W	8760 h
T450 Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmä		
Tulostaulu	325,0 W	256 h

Taulukossa 7.19. olevien tiedotusjärjestelmien sähkölaitteiden tehot saatiin tarkastelemalla eri laitevalmistajien antamia sähkölaitteiden tehotietoja ja vertaamalla niitä keskenään. Lisäksi osa tiedotusjärjestelmien sähkölaitteiden tehoista saatiin laskemalla luvussa 4.1 esitetyllä kaavalla 4.1 eri laitevalmistajien antamien sähkölaitteiden virta- ja jännitetietojen avulla ja tuloksia vertaamalla. Laskennassa oletettiin, että sähkölaitteet

ovat ideaalisia ja kuluttavat ainoastaan pätötehoa, joten niiden tehokertoimien  $\cos\phi$  oletettiin olevan yksi. Valittujen sähkölaitteiden tehot ovat tyypillisesti kiinteistöissä käytettyjen sähkölaitteiden tehoja. [34; 54; 55; 56]

Taulukkoon 7.19. kirjatut tiedotusjärjestelmät ”T410 Ajannäyttöjärjestelmä” ja ”T440 Säätilan näyttöjärjestelmä” ovat aina päällä. Näiden sähköjärjestelmien sähkölaitteet kuluttavat sähköä vuoden ympäri, joten vuodessa sähköjärjestelmien käyttöaika on 8 760 tuntia.

Taulukossa 7.19. olevaa tiedotusjärjestelmää ”T450 Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmää” käytetään urheiluotteluiden aikana. Sähköjärjestelmän käyttöaika saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että tulostaulu on päällä yhteensä neljä tuntia yhden ottelun aikana. Oletetaan, että otteluita on kaksi kertaa viikossa kahdeksan kuukauden aikana eli vuodessa kahdeksan tuntia 32 viikon aikana. Tämän seurauksena vuodessa käyttöaika on 256 tuntia.

Taulukko 7.20. sisältää tiedon siitä, kuinka paljon edellä taulukossa 7.19. olevat tiedotusjärjestelmien sähkölaitteet kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukkoon 7.20. kirjatut sähkönkulutusarvot saatiin laskemalla taulukossa 7.19. esitettyjen tiedotusjärjestelmien sähkölaitteiden tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.20.** Tiedotusjärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutukset vuodessa.

Järjestelmä, sähkölaitte	Sähköenergian kulutus vuodessa
T410 Ajannäyttöjärjestelmä	
Pääkello	306,6 kWh
Impulssivahvistin	32,2 kWh
Sivukello	15,1 kWh
Sivukello (valaistu)	446,8 kWh
Ajannäyttölaitte (digikello)	131,0 kWh
T440 Säätilannäyttöjärjestelmä	1752,0 kWh
T450 Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmä	
Tulostaulu	83,2 kWh

Taulukkoon 7.20. koottujen tiedotusjärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutuksia saataisiin pienennettyä mahdollisimman energiatehokkaiden sähkölaitteiden lisäksi vaikuttamalla esimerkiksi laitteiden käyttöaikoihin. ”T410 Ajannäyttöjärjestelmä” ja ”T440 Säätilannäyttöjärjestelmä” voitaisiin liittää esimerkiksi ”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmään”, jolloin niitä pystyttäisiin ohjaamaan tämän järjestelmän kautta esimerkiksi kiinteistön aukioloaikojen mukaisesti.

## 7.7 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Tässä luvussa tarkastellaan järjestelmän ”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä” sähkönkulutusta. Tämän järjestelmän sähkönkulutusta tutkitaan erikseen, sillä sen kulutus

halutaan erottaa muista kiinteistön järjestelmien sähkönkulutuksista. Taulukko 7.21. sisältää järjestelmään sisältyvän alakeskuksen tehon ja käyttöajan.

**Taulukko 7.21.** ”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmän” alakeskuksen teho ja käyttöaika. [57]

Sähkölaite	Teho	Käyttöaika
Alakeskus	345,0 W	8760 h

Taulukossa 7.21. oleva rakennusautomaation alakeskuksen teho saatiin tarkastelemalla eri laitevalmistajien alakeskuksien tehotietoja ja vertaamalla niitä keskenään. Valitun alakeskuksen teho on tyypillisesti kiinteistöissä käytetyn alakeskuksen teho. [57] Kiinteistön alakeskuksesta tiedetään, että se on aina päällä, joten se kuluttaa sähköä vuoden ympäri. Vuodessa alakeskuksen käyttöaika on 8 760 tuntia.

Taulukossa 7.22. on esitetty, kuinka paljon edellä taulukossa 7.21. oleva alakeskus kuluttaa sähköä vuodessa. Taulukossa 7.22. sijaitseva sähkönkulutusarvo saatiin laske-  
malla taulukon 7.21. alakeskuksen tehon ja käyttöajan perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.22.** ”T810 Rakennusautomaatiojärjestelmän” alakeskuksen sähkönkulutus vuodessa.

Sähkölaite	Sähköenergian kulutus vuodessa
Alakeskus	3022,2 kWh

Taulukkoon 7.22. kirjatun alakeskuksen sähkönkulutuksen pienentäminen muuten kuin valitsemalla mahdollisimman energiatehokkaat sähkölaitteet, on hyvin hankalaa. Kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmään on liitettynä suuri osa kiinteistön järjestelmistä ja niitä ohjataan tämän järjestelmän kautta. Tämän seurauksena järjestelmän tulee olla toiminnassa kaikkina vuorokauden aikoina.

## 7.8 Turvallisuusjärjestelmät

Tässä luvussa tutkitaan S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmiä, jotka liittyvät kiinteistön ja käyttäjien turvallisuuteen. Luvussa käsitellään järjestelmien ”S610 Poistumisvalaistusjärjestelmä”, ”T510 Sähkölukitusjärjestelmä”, ”T520 Kulunvalvontajärjestelmä”, ”T530 Murtoilmaisujärjestelmä”, ”T540 Ryöstöilmaisujärjestelmä”, ”T550 Kameravalvontajärjestelmä”, ”T560 Monivalvontajärjestelmä”, ”T570 Henkilöturvallisuusjärjestelmä”, ”T580 Paikannusjärjestelmä”, ”T610 Paloilmoitinjärjestelmä”, ”T620 Palovaroitinjärjestelmä”, ”T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä”, ”T650 Savusulkujärjestelmä”, ”T660 Palo-ovienohjaus- ja valvontajärjestelmä” ja ”T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä” sähkönkulutuksia. Taulukkoon 7.23. on koottu turvallisuusjärjestelmiin sisältyvien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat.

**Taulukko 7.23.** Turvallisuusjärjestelmien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat. [20; 28; 47; 53; 58; 59; 60; 61; 62; 63; 64; 65; 66; 67; 68; 69; 70; 71; 72]

Järjestelmä, sähkölaitte	Teho	Käyttöaika
<b>S610 Poistumisvalaistusjärjestelmä</b>		
Keskus	1405,0 W	8760 h
Opastevalaisin (230 VAC)	5,5 W	8760 h
Opastevalaisin (24 VDC)	0,2 W	8760 h
Turvavalaisin (24 VDC)	0,4 W	5 h
<b>T510 Sähkölukitusjärjestelmä</b>		
Sähkölukko ja -salpa	6,5 W	8760 h
<b>T520 Kulunvalvontajärjestelmä</b>		
Keskus	150,0 W	8760 h
Käyttölaite (15 VDC)	0,9 W	8760 h
Kulunvalvontalukija (12 VDC)	2,0 W	8760 h
Työaikapääte (24 VDC)	4,8 W	8760 h
<b>T530 Murtoilmaisujärjestelmä</b>		
Keskus	150,0 W	8760 h
Käyttölaite (15 VDC)	0,9 W	8760 h
Magneettikosketin (50 VDC)	25,0 W	8760 h
Liiketunnistin (14,5 VDC)	0,3 W	8760 h
Lasinrikkoilmaisoin (16 VDC)	0,6 W	8760 h
Runkoääni-ilmaisoin (15 VDC)	0,1 W	8760 h
<b>T540 Ryöstöilmaisujärjestelmä</b>		
Keskus	150,0 W	8760 h
Ryöstöpainike (12 VDC)	6,0 W	8760 h
Paikallishälytys (14,5 VDC)	1,5 W	8760 h
<b>T550 Kameravalvontajärjestelmä</b>		
Keskuslaite	24,0 W	8760 h
Tallennin	250,0 W	8760 h
Monitori	40,0 W	8760 h
Valvontakamera	7,5 W	8760 h
<b>T560 Monivalvontajärjestelmä</b>		
Keskus (hälytystila)	5,5 W	5 h
Keskus (lepotila)	2,1 W	8755 h
Käyttölaite (15 VDC)	0,9 W	8760 h
Paloilmaisoin (27 VDC)	0,2 W	8760 h
Liiketunnistin (14,5 VDC)	0,3 W	8760 h
Magneettikosketin (50 VDC)	25,0 W	8760 h
Hälytys (14,5 VDC)	1,5 W	8760 h
<b>T570 Henkilöturvallisuusjärjestelmä</b>		
Muuntajan tehohäviö	5,0 W	8760 h
Summeri	0,6 W	4,5 h
Painike	0,6 W	8760 h
Merkkivalo	1,7 W	4,5 h
Hälytys	1,7 W	4,5 h
Valvontakoje (hälytystila)	3,1 W	4,5 h
Valvontakoje (lepotila)	0,1 W	8756 h

T580 Paikannusjärjestelmä		
Keskuslaite	12,0 W	8760 h
T610 Paloilmoitinjärjestelmä		
Paloilmoitinkeskus	6,6 W	8760 h
Virtalähde	437,0 W	8760 h
Paloilmaisoin (27 VDC)	0,2 W	8760 h
Palopainike (27 VDC)	0,2 W	8760 h
Palokello (27 VDC)	0,6 W	8760 h
Sireeni (40 VDC)	0,2 W	8760 h
Merkkilamppu (12 VDC)	0,1 W	8760 h
Ohjausyksikkö (27 VDC)	8,1 W	8760 h
Osoiteyksikkö (27 VDC)	8,1 W	8760 h
T620 Palovaroitinjärjestelmä		
Palovaroitinkeskus	207,0 W	8760 h
Palovaroitin	9,2 W	8760 h
T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä		
Keskus	240,0 W	8760 h
Savunpoistopuhallin (400 VAC)	4000,0 W	5 h
Savunpoistopainike (24 VDC)	72,0 W	8760 h
Savunpoistoluukku (24 VDC)	72,0 W	5 h
Savunpoistoikkuna (24 VDC)	72,0 W	5 h
T640 Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmä		
Keskus	55,0 W	8760 h
T650 Savusulkujärjestelmä		
Sulkulaite (savuverho)	205,0 W	0,08 h
T660 Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmä		
Laukaisukeskus	46,0 W	8760 h
Ovien aukipito- tai sulkulaite (24 VDC)	2,2 W	8760 h
T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä		
Vahvistinkeskus (hälytystila)	394,0 W	5 h
Vahvistinkeskus (lepotila)	18,0 W	8755 h
Kaiutin (hälytys)	6,0 W	5 h
Kuulutuskoje	4,4 W	5 h

Taulukossa 7.23. olevat turvallisuusjärjestelmien sähkölaitteiden tehot saatiin tarkastelemalla eri laitevalmistajien sähkölaitteiden tehotietoja ja vertaamalla niitä keskenään. Lisäksi osa turvajärjestelmien sähkölaitteiden tehoista saatiin eri laitevalmistajien antamien sähkölaitteiden virta- ja jännitetietojen avulla laskemalla luvussa 4.1.1 esitetyillä kaavoilla 4.1, 4.3 ja 4.7. Jollei laitevalmistajien tiedoissa ollut muuta mainintaa niin, laskennassa oletettiin, että turvallisuuslaitteet ovat ideaalisia ja kuluttavat ainoastaan pätötehoa, joten turvallisuuslaitteiden tehokertoimien  $\cos\phi$  oletettiin olevan yksi ja loistehon nolla. Valitut laitteiden tehot ovat tyypillisesti kiinteistöissä käytettyjen sähkölaitteiden tehoja. [20; 28; 47; 53; 58; 59; 60; 61; 62; 63; 64; 65; 66; 67; 68; 69; 70; 71; 72]

Taulukossa 7.23. esitetyjen turvallisuusjärjestelmien sähkölaitteet ovat vuoden aikana aina päällä, jotta ne pystyisivät takaamaan kiinteistön turvallisuuden kaikkina vuo-

rokauden aikoina. Vuodessa turvallisuusjärjestelmien käyttöaika on 8 760 tuntia. Poikkeuksena käyttöaikoihin tekevät järjestelmän ”S610 Poistumisvalaistusjärjestelmän” turvavalaisin sekä järjestelmät ”T560 Monivalvontajärjestelmä”, ”T570 Henkilöturvallisuusjärjestelmä”, ”T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä”, ”T650 Savusulkujärjestelmä” ja ”T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä”.

”S610 Poistumisvalaistusjärjestelmän” turvavalaisin on päällä sähkökatkojen yhteydessä tai tilanteissa, kun muut valaisimet ovat vian tai muun odottamattoman tilanteen seurauksena sammuneet. Työssä oletettiin, että edellä mainittuja tilanteita on vuoden aikana yhteensä viisi kappaletta ja turvavalaisin on käytössä jokaisen katkoksen aikana yhden tunnin. Tämän perusteella vuodessa turvavalaisimen käyttöaika on 5 tuntia.

”T560 Monivalvontajärjestelmän” keskus on aina päällä, joko hälytys- tai lepotilassa. Työssä oletettiin, että hälytyksiä on vuoden aikana yhteensä viisi kappaletta ja yksi hälytys kestää yhden tunnin. Tämän perusteella vuodessa vahvistinkeskus on hälytystilassa viisi tuntia ja lepotilassa 8 755 tuntia.

”T570 Henkilöturvallisuusjärjestelmän” sähkölaitteet, pois lukien muuntaja ja merkkivalolliset kytkimet sekä painikkeet, ovat käytössä ja kuluttavat sähköä hälytystilanteissa. Näiden sähkölaitteiden käyttöajat saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että viikossa hälytyksiä on yksi ja se kestää viisi minuuttia. Vuodessa hälytykset kestävät 260 minuuttia eli noin 4,5 tuntia. Henkilöturvallisuusjärjestelmän valvontakoje on kuitenkin aina päällä, joko hälytys tai lepotilassa. Edellisen oletuksen perusteella saadaan, että valvontakoje on vuodessa lepotilassa 8 756 tuntia.

”T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmän” keskus ja savunpoistopainike ovat aina päällä, mutta savunpoistopuhallin, -luukku ja –ikkuna laukaistaan päälle tulipalon sammuttamisen yhteydessä. Työssä oletettiin, että palohälytyksiä on vuoden aikana yhteensä viisi kappaletta ja puhallin, luukku tai ikkuna on käytössä jokaisen hälytyksen aikana yhden tunnin. Tämän perusteella vuodessa savunpoistopuhaltimen, -luukun ja –ikkunan käyttöaika on 5 tuntia.

”T650 Savusulkujärjestelmän” savusulkuverho toimii palohälytysten aikana yhden minuutin ajan. Työssä oletettiin, että palohälytyksiä on vuoden aikana yhteensä viisi kappaletta. Tämän perusteella vuodessa savuverhon käyttöaika on viisi minuuttia.

”T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmän” vahvistinkeskus on aina päällä, joko hälytys- tai lepotilassa ja siihen liitetyt kaiuttimet ja kuulutuskajoet ovat päällä vain hälytystilanteissa. Työssä oletettiin, että hälytyksiä on vuoden aikana yhteensä viisi kappaletta ja yksi hälytys kestää yhden tunnin. Tämän perusteella vuodessa kaiuttimen ja kuulutuskajoen käyttöaika on viisi tuntia. Lisäksi vuodessa vahvistinkeskus on lepotilassa 8 755 tuntia.

Taulukko 7.24. sisältää tiedon siitä, kuinka paljon edellä taulukossa 7.23. olevat turvallisuusjärjestelmien sähkölaitteet kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukkoon 7.24. kirjatut sähkönkulutuservot saatiin laskemalla taulukossa 7.23. olevien turvallisuusjärjestelmien sähkölaitteiden tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.24.** Turvallisuusjärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutukset vuodessa.

Järjestelmä, sähkölaitte	Sähköenergian kulutus vuodessa
<b>S610 Poistumisvalaistusjärjestelmä</b>	
Keskus	12308,0 kWh
Opastevalaisin (230 VAC)	48,2 kWh
Opastevalaisin (24 VDC)	2,1 kWh
Turvavalaisin (24 VDC)	2 Wh
<b>T510 Sähkölukitusjärjestelmä</b>	
Sähkölukko ja –salpa	56,8 kWh
<b>T520 Kulunvalvontajärjestelmä</b>	
Keskus	1314,0 kWh
Käyttölaite (15 VDC)	7,9 kWh
Kulunvalvontalukija (12 VDC)	17,8 kWh
Työaikapääte (24 VDC)	42,1 kWh
<b>T530 Murtoilmaisujärjestelmä</b>	
Keskus	1314,0 kWh
Käyttölaite (15 VDC)	7,9 kWh
Magneettikosketin (50 VDC)	219,0 kWh
Liiketunnistin (14,5 VDC)	2,6 kWh
Lasinrikkoilmaisoin (16 VDC)	4,9 kWh
Runkoääni-ilmaisoin (15 VDC)	1,1 kWh
<b>T540 Ryöstöilmaisujärjestelmä</b>	
Keskus	1314,0 kWh
Ryöstöpainike (12 VDC)	52,6 kWh
Paikallishälytin (14,5 VDC)	12,7 kWh
<b>T550 Kameravalvontajärjestelmä</b>	
Keskuslaite	210,2 kWh
Tallennin	2190,0 kWh
Monitori	350,4 kWh
Valvontakamera	65,7 kWh
<b>T560 Monivalvontajärjestelmä</b>	
Keskus (hälytystila)	28,0 Wh
Keskus (lepotila)	18,4 kWh
Käyttölaite (15 VDC)	7,9 kWh
Paloilmaisoin (27 VDC)	1,4 kWh
Liiketunnistin (14,5 VDC)	2,5 kWh
Magneettikosketin (50 VDC)	219,0 kWh
Hälytin (14,5 VDC)	12,7 kWh
<b>T570 Henkilöturvallisuusjärjestelmä</b>	
Muuntajan tehohäviö	43,8 kWh
Summeri	3,0 Wh
Painike	4,9 kWh
Merkkivalo	8,0Wh
Hälytin	8,0 Wh
Valvontakoje (hälytystila)	14 Wh
Valvontakoje (lepotila)	1,2 kWh

T580 Paikannusjärjestelmä	
Keskuslaite	105,1 kWh
T610 Paloilmoitinjärjestelmä	
Paloilmoitinkeskus	59,1 kWh
Virtalähde	3828,0 kWh
Paloilmaisoin (27 VDC)	1,5 kWh
Palopainike (27 VDC)	1,4 kWh
Palokello (27 VDC)	5,3 kWh
Sireeni (40 VDC)	1,8 kWh
Merkkilamppu (12 VDC)	1,3 kWh
Ohjausyksikkö (27 VDC)	71,0 kWh
Osoiteyksikkö (27 VDC)	71,0 kWh
T620 Palovaroitinjärjestelmä	
Palovaroitinkeskus	1813,0 kWh
Palovaroitin	80,6 kWh
T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä	
Keskus	2102,0 kWh
Savunpoistopuhallin (400 VAC)	20,0 kWh
Savunpoistopainike (24 VDC)	630,7 kWh
Savunpoistoluukku (24 VDC)	0,4 kWh
Savunpoistoikkuna (24 VDC)	0,4 kWh
T640 Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmä	
Keskus	481,8 kWh
T650 savusulkujärjestelmä	
Sulkulaite (savuverho)	16,0 Wh
T660 Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmä	
Laukaisukeskus	403,0 kWh
Ovien aukipito- tai sulkulaite (24 VDC)	18,9 kWh
T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä	
Vahvistinkeskus (hälytystila)	2,0 kWh
Vahvistinkeskus (lepotila)	157,6 kWh
Kaiutin (hälytys)	30,0 Wh
Kuulutuskoe	20,0 Wh

Turvallisuusjärjestelmien kohdalla huomaa selvästi, kuinka suuri vaikutus laitteiden käyttöajoilla on niiden vuotuisiin sähkönkulutuksiin. Vaikka taulukossa 7.23. esitettyjen sähkölaitteiden sähkönkulutukset ovat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta hyvin pieniä, vain muutaman watin luokkaa, ovat niiden taulukossa 7.24. olevat vuotuiset sähkönkulutukset yllättävän suuria. Näiden järjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutuksia ei kuitenkaan pystytä käyttöaikojen muokkaamisella laskemaan, koska näiden järjestelmien tulee olla aina päällä, jotta kiinteistön turvallisuustaso ei heikkenisi minään vuorokauden aikoina. Esitettyjen turvallisuusjärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutuksien pienentäminen muuten, kun valitsemalla mahdollisimman energiatehokkaat sähkölaitteet, on siten hyvin hankalaa.



## 7.9 Kuvanesitys- ja äänijärjestelmät

Tässä luvussa tarkastellaan S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmiä, jotka liittyvät kiinteistön yksittäisissä tiloissa pidettävien neuvotteluiden, esityksien ja luentojen esitys- ja äänitekniisiin ratkaisuihin. Luvussa tutkitaan tietoteknisten sähköjärjestelmien ”T220 Kuvanesitysjärjestelmä”, ”T230 Esitysäänentoistojärjestelmä”, ”T240 Kuulolaittejärjestelmä”, ”T250 Konferenssijärjestelmä” ja ”T260 Videoneuvottelujärjestelmä” sähkönkulutuksia. Taulukko 7.25. sisältää kuva- ja äänijärjestelmiin sisältyvien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat.

**Taulukko 7.25.** Kuva- ja äänijärjestelmien sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat. [27; 47; 48; 73; 74; 75; 76; 77; 78]

Järjestelmä, sähkölaite	Teho	Käyttöaika
<b>T220 Kuvanesitysjärjestelmä</b>		
Dataprojektori	440,0 W	1560 h
Digibox	25,0 W	1560 h
Tietokone	23,0 W	1560 h
Televisio (plasma-TV)	190,0 W	1560 h
Sähkötoiminen valkokangas	290,0 W	31 h
<b>T230 Esitysäänentoistojärjestelmä</b>		
Vahvistin	530,0 W	312 h
Äänilähde	18,0 W	312 h
Ohjauslaite	170,0 W	312 h
Kaiutin	15,0 W	312 h
<b>T240 Kuulolaittejärjestelmä</b>		
Induktiosilmukkavahvistin	700,0 W	312 h
Infrapunälähetin	180,0 W	312 h
<b>T250 Konferenssijärjestelmä</b>		
Keskusyksikkö	245,0 W	312 h
Virtalähde	385,0 W	312 h
Puheenjohtajalaite	2,0 W	312 h
Osanottajalaite	2,0 W	312 h
<b>T260 Videoneuvottelujärjestelmä</b>		
Keskuslaite	75,4 W	312 h
Äänentoistolaite	7,6 W	312 h
Kamera	20,0 W	312 h
Kuvanesityslaite	75,4 W	312 h

Taulukkoon 7.25. kirjatut kuva- ja äänijärjestelmien sähkölaitteiden tehot saatiin tarkastelemalla eri laitevalmistajien sähkölaitteiden tehotietoja ja vertaamalla niitä keskenään sekä mittaamalla luvussa 4.2.1 esitetyllä mittarilla PM300. Valitut tehot ovat tyypillisesti kiinteistössä käytettyjen sähkölaitteiden tehoja. Kiinteistön kuva- ja äänijärjestelmän laitteet ovat kuitenkin paljon käyttäjästä riippuvia, joten taulukossa 7.25. olevat tehot ja käyttöajat ovat vain suuntaa antavia ja riippuvat paljon käyttäjistä ja heidän käyttötottumuksistaan. [27; 47; 48; 73; 74; 75; 76; 77; 78]

Taulukossa 7.25. olevan kuva- ja äänijärjestelmän ”T220 Kuvanesitysjärjestelmä” sähkölaitteita käytetään muun muassa toimistokiinteistöjen neuvotteluhuoneissa ja opetustokiinteistöjen luentojen aikana. Järjestelmän sähkölaitteiden käyttöajat saatiin vertailemalla toimistokiinteistön ja opetustokiinteistön aukioloaikoja.

Työssä oletettiin, että toimistoissa kuvanesitykseen tarvittavat sähkölaitteet ovat viikossa käytössä yhteensä viisi tuntia. Opetustokiinteistöissä kuvanesityslaitteita käytetään luentojen aikana. Luentoja pidetään viisi kertaa viikossa kello 08.00-16.00 eli kahdeksan tuntia päivässä. Työssä oletettiin, että kuvanesityslaitteita pidetään päivässä päällä kuusi tuntia, joten vuodessa käyttöaika on 1 560 tuntia.

Sähkötoimisen valkokankaan käyttöaika saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että valkokangasta käytetään päivässä yhden minuutin ajan. Viikossa käyttöajaksi saatiin viisi minuuttia, joten vuodessa käyttöaika on noin viisi tuntia.

Taulukkoon 7.25. kirjatut kuva- ja äänijärjestelmien ”T230 Esitysäänentoistojärjestelmä”, ”T240 Kuulolaittejärjestelmä”, ”T250 Konferenssijärjestelmä” ja ”T260 Videoneuvottelujärjestelmä” sähkölaitteita käytetään esitysten, konferenssien ja neuvotteluiden aikana. Järjestelmien käyttöajat saatiin olettamalla. Työssä oletettiin, että näitä sähkölaitteita käytetään kaksi kertaa viikossa yhteensä kuusi tuntia, joten vuodessa käyttöaika on 312 tuntia.

Taulukossa 7.26. on esitetty, kuinka paljon edellä taulukossa 7.25. olevat kuva- ja äänijärjestelmien sähkölaitteet kuluttavat sähköä vuodessa. Taulukossa 7.26. olevat sähkönkulutusarvot saatiin laskemalla taulukkoon 7.25. kirjattujen kuva- ja äänijärjestelmien sähkölaitteiden tehojen ja käyttöaikojen perusteella luvussa 4.1.3 esitetyllä kaavalla 4.13.

**Taulukko 7.26.** Kuva- ja äänijärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutukset vuodessa.

Järjestelmä, sähkölaitte	Sähköenergian kulutus vuodessa
<b>T220 Kuvanesitysjärjestelmä</b>	
Kuvanesityslaite (dataprojektori)	686,4 kWh
Kuvanesityslaite (digibox)	39,0 kWh
Kuvanesityslaite (tietokone)	35,9 kWh
Kuvanesityslaite (televisio)	296,4 kWh
Sähkötoiminen valkokangas	9,0 kWh
<b>T230 Esitysäänentoistojärjestelmä</b>	
Keskuslaite (vahvistin)	165,4 kWh
Keskuslaite (äänilähde)	5,6 kWh
Ohjauslaite	53,0 kWh
Kaiutin	4,7 kWh
<b>T240 Kuulolaitejärjestelmä</b>	
Induktiosilmukkavahvistin	218,4 kWh
Infrapunalähetin	56,2 kWh
<b>T250 Konferenssijärjestelmä</b>	
Keskusyksikkö	76,4 kWh
Virtalähde	120,1 kWh
Puheenjohtajalaite	0,6 kWh
Osanottajalaite	0,6 kWh
<b>T260 Videoneuvottelujärjestelmä</b>	
Keskuslaite	23,5 kWh
Äänentoistolaite	2,4 kWh
Kamera	6,2 kWh
Kuvanesityslaite	23,5 kWh

Taulukkoon 7.26. koottujen kuva- ja äänijärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutuksia saataisiin mahdollisimman energiatehokkaiden sähkölaitteiden lisäksi pienennettyä muokkaamalla esimerkiksi laitteiden käyttöaikoja. Nämä sähkölaitteet unohtuvat usein päälle, vaikka ne eivät olisikaan käytössä. Tästä johtuen näiden järjestelmien sähkölaitteet voitaisiin kytkeä esimerkiksi ajastimen perään tai niitä voitaisiin ohjata esimerkiksi tilan valaistuksen ohjauslaitteiden avulla, jolloin laitteet sammuisivat, kun tilan valaistus sammutetaan. Myös käyttäjien käyttötottumuksien muokkaaminen energiatehokkaampaan suuntaan pienentäisi näiden sähkölaitteiden sähkönkulutuksia.

## 8 ESIMERKKIKOhteet

Tässä luvussa hyödynnetään luvun 7 taulukoihin 7.1.–7.26. koottuja S2010-sähkönimikkeistön sähköjärjestelmien sähkölaitteiden sähkönkulutustietoja ja niiden käyttöaikoja. Näiden luvussa 7 saatujen tulosten pohjalta tutkitaan kahden erilaisen kiinteistön vuotuisia sähkönkulutusjakaumia. Valitut ja kuvitteelliset esimerkkikiinteistöt ovat tyypillinen liike- ja toimistokiinteistö sekä tyypillinen asuinkerrostalo.

Esimerkkikiinteistöjen sähkönkulutukset selvitetään siten, että mietitään, mitä luvussa 5 esitettyjä sähkönimikkeistöön kuuluvia järjestelmiä kiinteistöistä löytyy ja vaikuttavatko ne kiinteistöjen sähkönkulutuksiin. Sähköä kuluttavien järjestelmien osalta, katsotaan luvun 7 taulukoista niihin kuuluvien sähkölaitteiden tehotiedot ja käyttöajat. Esimerkki kiinteistöjen sähkönkulutuslaskennassa ei ole otettu huomioon luvussa 5 työn ulkopuolelle rajattuja järjestelmiä.

### 8.1 Liike- ja toimistokiinteistö

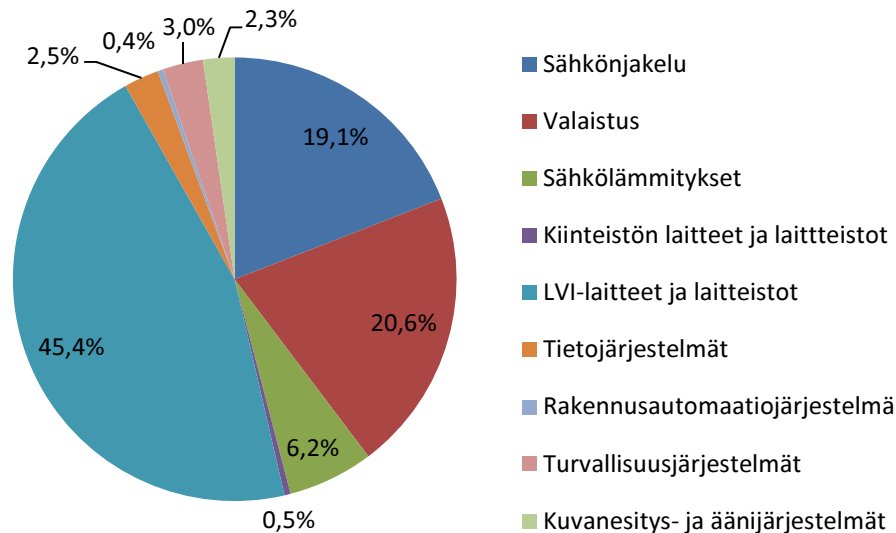
Tässä luvussa selvitetään kuvitteellisen ja tyypillisen liike- ja toimistokiinteistön sähkönkulutusta. Liike- ja toimistokiinteistössä oletetaan olevan yhteensä kahdeksan kerrosta. Kiinteistössä on kuusi toimistokerrosta ja kellari sekä autohalli. Lisäksi ylimmässä kahdeksannessa kerroksessa sijaitsee IV-konehuone. Kiinteistön lämmityksenä käytetään kaukolämpöä.

Taulukossa 8.1. on esitetty oletetun liike- ja toimistokiinteistön sähköä kuluttavat sähkötekniset järjestelmät sekä näiden järjestelmien vuotuiset sähkönkulutukset. Taulukkoon kootut järjestelmät ja niiden sähkölaitteet on valittu siten, että tutkittiin esimerkkikiinteistön tyypisiä kiinteistöjä ja katsottiin mitä järjestelmiä ja sähkölaitteita nämä kiinteistöt sisältävät. Sähkölaitteiden lukumäärät saatiin vertaamalla tutkittujen kiinteistöjen järjestelmien sähkölaitteiden lukumääriä toisiinsa sekä oletetun kiinteistön pinta-alaan. Liitteeseen 3 on koottu kiinteistössä oletettavasti olevat sähköjärjestelmät sekä niiden sisältämät sähkölaitteet ja laitteiden lukumäärät. Lisäksi liitteeseen on laskettu järjestelmien sähkölaitteiden tehot. Laskennassa hyödynnettiin luvussa 4.1.3 esitettyjä kaavoja 4.14 ja 4.15.

**Taulukko 8.1.** Oletetun liike- ja toimistorakennuksen sähkötekniisten järjestelmien sähkönkulutukset vuodessa.

Järjestelmä	Sähköenergian kulutus vuodessa
S222 Pääjakelujärjestelmä	81030 kWh
S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys	7280 kWh
S232 LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys	709084 kWh
S251 Sisävalaistusjärjestelmä	307859 kWh
S252 Ulkovalaistusjärjestelmä	2067 kWh
S254 Julkisivuvalaistusjärjestelmä	915 kWh
S255 Mainosvalaistusjärjestelmä	11010 kWh
S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset	37615 kWh
S265 Putkistojen saattolämmitys	59629 kWh
S512 UPS-laiteet ja -laitteistot	213875 kWh
S610 Poistumisvalaistusjärjestelmä	12506 kWh
T110 Antennijärjestelmä	219 kWh
T130 Yleiskaapelointijärjestelmä	33815 kWh
T150 Ovipuhelinjärjestelmä	408 kWh
T220 Kuvanesitysjärjestelmä	33893 kWh
T260 Videoneuvottelujärjestelmä	1735 kWh
T310 Ovikellojärjestelmä	3406 kWh
T320 Varattuvalojärjestelmä	210 kWh
T340 Avunpyyntöjärjestelmä	1317 kWh
T410 Ajannäyttöjärjestelmä	430 kWh
T510 Sähkölukitusjärjestelmä	851 kWh
T520 Kulunvalvontajärjestelmä	1740 kWh
T530 Murtoilmaisujärjestelmä	15744 kWh
T550 Kameravalvontajärjestelmä	3802 kWh
T610 Paloilmoitinjärjestelmä	6134 kWh
T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä	5567 kWh
T650 Savusulkujärjestelmä	0,02 kWh
T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä	6044 kWh
T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä	3241 kWh
<b>Sähköenergian kokonaiskulutus</b>	<b>1561 MWh</b>

Kuvassa 8.1. on esitetty oletetun liike- ja toimistokiinteistön sähköjärjestelmien sähkönkulutusjakaumat prosentteina verrattuna koko kiinteistön sähkönkulutukseen. Kuvan 8.1 sähkönkulutukset on jaoteltu luvussa 7 esitettyihin yhdeksään osaan: sähkönjakelu, valaistus, lämmitys, kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys, LVI-laitteet ja -laitteistot, tietotekniset järjestelmät, rakennusautomaatiojärjestelmä, turvallisuusjärjestelmät ja tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät.



**Kuva 8.1.** Oletetun liike- ja toimistokiinteistön koko sähkönkulutuksen jakaumat prosentteina.

Kuvasta 8.1. huomataan, että eniten sähköä kuluu LVI-laitteisiin ja -laitteistoihin, sähkönjakeluun sekä valaistukseen. Vähiten sähköä kuluu rakennusautomaatiojärjestelmään. Myös sähkölämmityksen sähkönkulutus erottuu selvästi muiden järjestelmien kulutuksista. Kun verrataan saatua kulutusjakaumaan luvussa 3.1.1 esitettyihin jakaumiin, huomataan, että kuvan 8.1. jakauman suurimmat sähkönkulutukset saadaan suurin piirtein samoista sähköjärjestelmistä kuin luvun 3.1.1 jakaumissa. Sähkönkulutuksien prosenttiosuudet eroavat kuitenkin selvästi toisistaan.

## 8.2 Asuinkerrostalokiinteistö

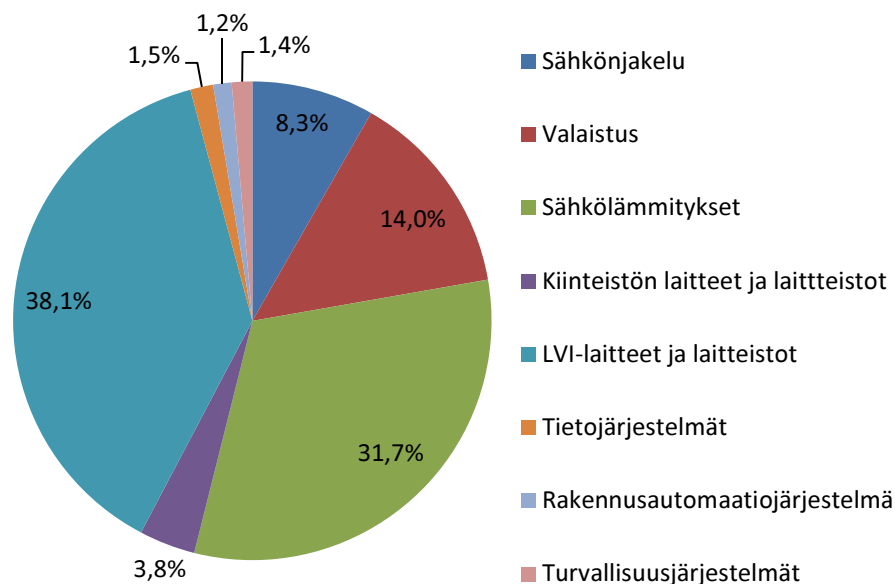
Tässä luvussa selvitetään tyypillisen ja kuvitteellisen asuinkerrostalokiinteistön sähkönkulutusta. Asuinkerrostalokiinteistössä oletetaan olevan yhteensä viisi kerrosta. Kiinteistössä on kolme asuinkerrosta ja kellari. Lisäksi ylimmässä viidennessä kerroksessa sijaitsee IV-konehuone. Kiinteistön lämmityksenä oletetaan olevan kaukolämpö. Tämän lisäksi jokaisessa asunnossa ja yhteisissä pesutiloissa oletetaan olevan sähkökäyttöinen mukavuuslattialämmitys.

Taulukossa 8.2. on esitetty oletetun asuinkerrostalokiinteistön sähköä kuluttavat sähkötekniset järjestelmät sekä näiden järjestelmien vuotuiset sähkönkulutukset. Taulukkoon kootut järjestelmät ja niiden sähkölaitteet on valittu siten, että tutkittiin esimerkkikiinteistön tyyppisiä kiinteistöjä ja katsottiin mitä järjestelmiä ja sähkölaitteita nämä kiinteistöt sisältävät. Sähkölaitteiden lukumäärät saatiin vertaamalla tutkittujen kiinteistöjen järjestelmien sähkölaitteiden lukumääriä toisiinsa sekä oletetun kiinteistön pinta-alaan. Liitteeseen 4 on koottu kiinteistössä oletettavasti olevat sähköjärjestelmät sekä niiden sisältämät sähkölaitteet ja laitteiden lukumäärät. Lisäksi liitteeseen on laskettu järjestelmien sähkölaitteiden tehot. Laskennassa hyödynnettiin luvussa 4.1.3 esitettyjä kaavoja 4.14 ja 4.15.

**Taulukko 8.2.** Oletetun asuinkerrostalo kiinteistön sähkötekniisten järjestelmien sähkönkulutukset vuodessa.

Järjestelmä	Sähköenergian kulutus vuodessa
S222 Pääjakelujärjestelmä	38632 kWh
S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys	18443 kWh
S232 LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys	184443 kWh
S251 Sisävalaistusjärjestelmä	64002 kWh
S252 Ulkovalaistusjärjestelmä	652 kWh
S253 Aluevalaistusjärjestelmä	2958 kWh
S262 Lattialämmitykset	153215 kWh
T110 Antennijärjestelmä	219 kWh
T130 Yleiskaapelointijärjestelmä	6896 kWh
T150 Ovipuhelinjärjestelmä	347 kWh
T510 Sähkölukitusjärjestelmä	57 kWh
T620 Palovarointijärjestelmä	3868 kWh
T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä	2735 kWh
T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä	6044 kWh
T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä	1402 kWh
<b>Sähköenergian kokonaiskulutus</b>	<b>484 MWh</b>

Kuvassa 8.2. on esitetty oletetun asuinkerrostalokiinteistön sähkönkulutusjakaumat prosentteina verrattuna koko kiinteistön sähkönkulutukseen. Kuvan 8.2 sähkönkulutukset on jaoteltuina luvussa 7 esitettyihin osiin: sähkönjakelu, valaistus, lämmitys, kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys, LVI-laitteet ja -laitteistot, tietotekniset järjestelmät, rakennusautomaatiojärjestelmä ja turvallisuusjärjestelmät.



**Kuva 8.2.** Oletetun asuinkerrostalokiinteistön koko sähkönkulutuksen jakaumat prosentteina.

Kuvasta 8.2. huomataan, että eniten sähköä kuluu LVI-laitteisiin ja – laitteistoihin, sähkölämmityksiin ja valaistukseen. Vähiten sähköä kuluu tässäkin tapauksessa rakennusautomaatiojärjestelmään. Myös sähköjakelun sähkönkulutus erottuu jakaumasta muiden järjestelmien kulutuksista. Kuten liike- ja toimistokiinteistön tapauksessa, myös asuinkerrostalokiinteistössä suurimmat sähkönkulutukset saadaan suurin piirtein samoista järjestelmissä, kun luvussa 3.1.1 esitetyissä jakaumissa. Sähkönkulutuksien prosenttiosuudet eroavat kuitenkin selvästi toisistaan tässäkin tapauksessa.



## 9 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli selvittää eri kiinteistöissä olevien sähköjärjestelmien sähkönkulutuksien suuruudet sekä lisäksi miettiä keinoja, miten näitä kulutuksia saataisiin laskettua. Tutkimus perustui Sähkötietokorttina ST 70.12 julkaistuun S2010-sähkönimikkeistöön ja sen sähkötekniisiin järjestelmiin.

Nimikkeistön järjestelmien sähkönkulutusten selvittäminen aloitettiin miettimällä, mitkä sähkönimikkeistön järjestelmät kuluttavat sähköä ja pystytäänkö niiden kulutusten suuruudet selvittämään. Niiden järjestelmien, joiden sähkönkulutuksien selvittäminen olisi ollut ilman lisätietoja kiinteistön käyttäjistä hankalaa, rajattiin tämän työn ulkopuolelle. Tällainen sähköjärjestelmä oli muun muassa ”S233 Käyttäjän laitteiden ja laitteistojen sähköistys”. Lisäksi osa nimikkeistön järjestelmien sähkönkulutuksista sisällytettiin johonkin toiseen järjestelmään.

Tämän jälkeen pohdittiin, mitä sähköä kuluttavia laitteita järjestelmät sisältävät ja mitä ovat näiden laitteiden tehot. Eri sähkölaitteiden tehot saatiin suurimmaksi osaksi hyödyntämällä ja vertailemalla eri laitevalmistajien antamia laitteiden teho- virtatietoja. Sähkölaitteiden tehot saatiin näiden tietojen pohjalta joko suoraan tai annettujen arvojen avulla laskemalla. Osa laitteiden ja järjestelmien tehoista saatiin mittaamalla ja mittaus-tuloksien perusteella laskemalla. Lisäksi muutaman laitteen teho saatiin suoraan kysymällä laitevalmistajilta sähköpostitse.

Jokaiselle tutkittavalle sähköjärjestelmälle tai -laitteelle kirjattiin myös vuodessa oleva käyttöaika. Käyttöajat saatiin joko olettamalla tai eri lähdetietojen avulla selvittämällä.

Saatuja tuloksia tarkasteltiin siten, että tutkittavat sähkönimikkeistön järjestelmät jaettiin yhdeksään eri ryhmään: sähkönjakelu, valaistus, sähkölämmitykset, kiinteistön laitteet ja laitteistot, LVI-laitteet ja laitteistot, tietojärjestelmät, rakennusautomaatiojärjestelmä, turvallisuusjärjestelmät ja tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät. Järjestelmät jaettiin edellä mainittuihin osiin niiden käytön ja ominaisuuksiensa perusteella.

Lisäksi S2010-sähkönimikkeistöön kuuluvien järjestelmien sähkölaitteidenlaitteiden tehojen ja käyttöaikojen pohjalta saatiin tehtyä liitteenä 2 julkaistu sähköjärjestelmien sähkölaitteiden teholaskentataulukko. Laskentataulukon avulla pystytään selvittämään eri kiinteistöihin kuuluvien sähköjärjestelmien sähkönkulutukset.

Sähkönkulutuksen pienentämiseksi jokaiselle sähköjärjestelmälle ja -laitteelle mietittiin keinoja, miten sähkönkulutusta saataisiin rajoitettua. Yleisin kulutuksen säästökeino, joka koski kaikkia järjestelmiä, oli toteuttaa järjestelmä mahdollisimman energia- tehokkailla sähkölaitteilla. Lisäksi joidenkin järjestelmien ja laitteiden kohdalla sähkönkulutusta saataisiin pienennettyä yrittämällä vaikuttaa järjestelmän ja laitteen käyttöai- koihin sekä järjestelmän toteutusratkaisujen avulla. Esimerkiksi valaistusjärjestelmien

valaistuksen kohdalla sähköä pystyttäisiin helposti säästämään käyttämällä mahdollisimman energiatehokkaita valaisimia ja korvaamalla normaali huonekohtainen käsikäyttöinen päälle-pois-kytkin esimerkiksi liike- ja läsnäolotunnistimilla. Tämän seurauksena valaisimet eivät unohtuisi turhaan päälle, vaan ne olisivat päällä vain, kun niitä tarvittaisiin. Lisäksi sähkönkulutusta saataisiin helposti laskettua vaikuttamalla eri käyttäjien sähkölaitteiden käyttötottumuksiin.

Lopuksi selvitettyjä tuloksia ja liitteen 2 laskentataulukkoa hyödynnettiin siten, että tutkittiin kahta erilaista ja oletettua esimerkikiinteistöä ja niiden sähköjärjestelmien sähkönkulutuksia. Oletetut esimerkikiinteistöt olivat tyypillinen liike- ja toimistokiinteistö sekä asuinkerrostalokiinteistö. Kiinteistöjen sähkönkulutukset saatiin siten, että mietittiin, mitä nimikkeistössä olevia järjestelmiä nämä kiinteistöt sisältävät ja kuinka paljon kyseisten sähköjärjestelmien sähkölaitteita kiinteistössä on.

Oletettujen esimerkikiinteistöjen järjestelmien sähkönkulutukset jaettiin edellä esitettyihin yhdeksään eri ryhmään, joiden suuruuksia verrattiin kiinteistön koko sähkönkulutukseen. Tulosten perusteella huomattiin, että eniten liike- ja toimistokiinteistössä sähköä kuluu LVI-laitteisiin ja –laitteistoihin, sähköjakeluun ja valaistukseen ja vähiten rakennusautomaatiojärjestelmään. Asuinkerrostalokiinteistössä sähköä kuluu eniten myös LVI-laitteisiin ja –laitteistoihin, sähkölämmityksiin ja valaistukseen. Vähiten sähköä kuluu liike- ja toimistokiinteistön tavoin rakennusautomaatiojärjestelmään.

Työn tuloksien ja kehitetyn liitteenä 2 olevan laskentataulukon avulla pystytään selvittämään eri kiinteistöjen sähkönkulutuksia jo niiden suunnitteluvaiheessa. Näin voidaan vaikuttaa rakennettavan kiinteistön energiatehokkuuteen valitsemalla mahdollisimman vähän sähköä kuluttavia sähkölaitteita ja toteutusratkaisuja.

Kiinteistöjen sähkönkulutuksiin vaikuttavat kuitenkin myös osa työn ulkopuolelle rajatut järjestelmät, joten täysin tarkkaa kiinteistön kulutustietoa ei työn tuloksien avulla saada. Myös järjestelmien laitteiden ja eri järjestelmien väliset kaapelointien vaikutukset sähkönkulutuksiin jätettiin huomioimatta, joten myös näissä syntyvät tehohäviöt vaikuttavat kiinteistön sähkönkulutukseen. Lisäksi suurin osa sähkölaitteiden käyttöajoista saatiin olettamalla, joten nämä tulee tarkistaa ja muokata aina kuhunkin kiinteistöön sopivaksi liitteen 2 laskentataulukkoa hyödyntäessä.

## LÄHTEET

- [1] Tilastokeskus, Tilasto: Energian hankinta ja kulutus 2012, 4. neljännes [WWW]. [viitattu 1.7.2013]. Saatavissa: [http://www.stat.fi/til/ehk/2012/04/ehk\\_2012\\_04\\_2013-03-22\\_fi.pdf](http://www.stat.fi/til/ehk/2012/04/ehk_2012_04_2013-03-22_fi.pdf)
- [2] Tilastokeskus, Tilasto: Energiankulutus 2010 [WWW]. [viitattu 19.1.2013]. Saatavissa: [http://193.166.173.45/til/ekul/2010/ekul\\_2010\\_2011-12-13\\_fi.pdf](http://193.166.173.45/til/ekul/2010/ekul_2010_2011-12-13_fi.pdf)
- [3] Tilastokeskus, Tilasto: Energian hankinta ja kulutus 2011 [WWW]. [viitattu 19.1.2013]. Saatavissa: [http://www.stat.fi/til/ehk/2011/ehk\\_2011\\_2012-12-13\\_fi.pdf](http://www.stat.fi/til/ehk/2011/ehk_2011_2012-12-13_fi.pdf)
- [4] Tilastokeskus, Tilasto: Energian hankinta ja kulutus [WWW]. [viitattu 19.1.2013]. Saatavissa: [http://www.stat.fi/til/ehk/2011/04/ehk\\_2011\\_04\\_2012-03-22\\_fi.pdf](http://www.stat.fi/til/ehk/2011/04/ehk_2011_04_2012-03-22_fi.pdf)
- [5] Motiva, Energian loppukäyttö [WWW]. [viitattu 19.1.2013]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/taustatietoa/energian kaytto\\_suomessa/energian\\_loppukaytto](http://www.motiva.fi/taustatietoa/energian kaytto_suomessa/energian_loppukaytto)
- [6] Motiva, Kiinteistön energiatehokkaat sähkötekniset ratkaisut [WWW]. [viitattu 26.1.2013]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/julkaisut/kiinteisto- ja palveluala>
- [7] Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiatehokkuus julkisissa hankinnoissa. Kesäkuu 2011.
- [8] Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. D3 Suomen rakentamismääräys kokoelma. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. 2011. 22 s.
- [9] Energiateollisuus, Energiavuosi 2012-Sähkö [WWW]. [viitattu 26.1.2013]. Saatavissa: <http://energia.fi/kalvosarjat/energiavuosi-2012-sahko>
- [10] Elinkeinoelämän keskusliitto EK ja Energiateollisuus ry. Arvio Suomen sähkön kysynnästä vuonna 2030. Lokakuu 2009. [WWW]. [viitattu 26.1.2013]. Saatavissa: <http://www.energia.fi/fi/julkaisut>

- [11] Wilen, H. Toimistokiinteistön sähköenergian sähkömittaustiedon analysointi ja hyödyntäminen. 2011. Diplomityö. Tieto- ja sähkötekniikantiedekunta. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere
- [12] Suomen Valoteknillinen seura ry, Neuvottelevat sähkösuunnittelijat NSS ry. Järkevää sähkönkäyttöä [WWW]. Motiva 2006.  
[viitattu 2.2.2013]. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/files/1776/Toimistonsahkonkayttokalvot\\_final.pdf](http://www.motiva.fi/files/1776/Toimistonsahkonkayttokalvot_final.pdf)
- [13] Kokkarinen, M., Nissinen, A., Loisa, L., Pihala, H. & Härkönen, H. Toimistolaitteiden sähkönkulutus ja energiatehokas käyttö. 2005. Helsinki. Edita Prima Oy.
- [14] Sähkötieto ry. ST -käsikirja 30 Sähkötekniisiä taulukoita. 3.painos. 2010. Espoo. Sähköinfo Oy. 173 s.
- [15] Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2012. 2013. 74 s.
- [16] SFS-EN 12464-1. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus = Light and lighting. Lighting of work places. Part 1: Indoor work places. 2005 Helsinki, Suomen standardisoimisliitto SFS. 68 s.
- [17] LEXA. PM300 Energian kulutusmittari, käyttöohje.
- [18] FLUKE. 287/289 True-rms Digital Multimeters, Käyttöohje. 2. revisio. 2007. 80s.
- [19] Sähkötieto ry. ST -kortisto 70.12 S2010-sähkönimikkeistö. Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät, tietotekniset järjestelmät. 2012. Espoo. Sähköinfo Oy.
- [20] ABB Oy, ABB Asennuskalusteet [WWW]. [viitattu 26.9.2013] Saatavissa:  
<http://www.asennustuotteet.fi/index.pl?id=40&lang=FIN1>
- [21] Sähköbit Oy, Sähköbit Sähkökalusteet [WWW]. [viitattu 26.9.2013] Saatavissa:  
<http://www.sahkobit.fi/verkkokauppa/voimapistorasia-abb-16a-416rs6-ip44-p-421.html>
- [22] Nordic Aluminium Oyj, GLOBAL Trac, GLOBAL Trac kosketinkiskojärjestelmät [WWW]. Nordic Aluminium Oyj 2013. [viitattu 26.9.2013] Saatavissa:  
[http://www.nordicaluminium.fi/tuotteet/tuotteet\\_1.html](http://www.nordicaluminium.fi/tuotteet/tuotteet_1.html)

- [23] ENSTO Building Technology, Sähkölämmitysratkaisut [WWW]. 2009.  
[viitattu 27.9.2013] Saatavissa:  
[http://www.ensto.com/www/library/attachments/pdf/5tnv3sho0/Ensto.Download.s.SubCategoryFile\\_4/Files/CurrentFile/Sahkolammitysratkaisut.pdf](http://www.ensto.com/www/library/attachments/pdf/5tnv3sho0/Ensto.Download.s.SubCategoryFile_4/Files/CurrentFile/Sahkolammitysratkaisut.pdf)
- [24] Auvinen O., Heinimäki R., Ikkunalämmityksen suunnittelu- ja asennusohje. Forum Energiapartnerit. 12 s.
- [25] Tyco Thermal Controls Finland Oy, Raychem Lämpökaapelit. 4. painos. 2010. 65 s.
- [26] EATON, Powering Business Worldwide, Häiriötön sähkönsyöttö (UPS) [WWW]. [viitattu 27.9.2013] Saatavissa:  
<http://powerquality.eaton.com/Suomi/Products-services/Backup-Power-UPS/default.asp>
- [27] LifeSize, Advision of Logitech, LifeSize 220s Exceptional HD video conferencing systems for offices and meeting rooms [WWW]. [viitattu 28.11.2013] Saatavissa: <http://www.lifesize.com/en/products/video-conferencing-systems/220s>
- [28] ABLOY, ABLOY Palonsulkujärjestelmät, Turvallista kulkemista. Heinäkuu 2010. Joensuu. ABLOY. 16 s.
- [29] Prysmania Group, Draka, Tuotteet [WWW]. [viitattu 30.12.2014] Saatavissa: [http://fi.prysmiangroup.com/en/business\\_markets/markets/ti/products/](http://fi.prysmiangroup.com/en/business_markets/markets/ti/products/)
- [30] ABB Oy, ABB Pienjännitetuotteet, [WWW]. [viitattu 30.12.2014] Saatavissa: <http://www.abb.fi/product/fi/9AAC910006.aspx?country=FI>
- [31] Penttinen, P., FinnElectric Oy, sähköpostiviesti [26.9.2014].
- [32] ESYLUX, Tuotteet [WWW]. [viitattu 22.10.2013] Saatavissa: <http://www.esylux.com/fi/fi/tuotteet/>
- [33] B.E.G. Brück Electronic GmbH, Product list [WWW]. [viitattu 22.10.2013] Saatavissa: <http://www.luxomat.com/en/index.php?ID=products&gruppe=home>
- [34] Toivio, R., RWM-Systems, sähköpostiviesti [28.11.2013]
- [35] ADB Lighting Technologies, Products [WWW]. [viitattu 30.10.2013] Saatavissa: <http://www.adblighting.com/?page=productcats&cat=1>
- [36] ROBE, Products [WWW]. [viitattu 30.10.2013] Saatavissa: <http://www.robe.cz/products/>

- [37] ETC, Products [WWW]. [viitattu 30.10.2013] Saatavissa:  
<http://www.etcconnect.com/products.controls.aspx>
- [38] DEVI Oy, Termostaatit lattia- ja huonelämmityksen säätöön [WWW].  
[viitattu 21.10.2013] Saatavissa:  
<http://devi.danfoss.com/Finland/Professional/Products/Collection+Floor+Heating+Thermostats/>
- [39] Quantum Glass, E-Glas [WWW]. [viitattu 9.9.2013] Saatavissa:  
<http://www.quantumglass.com/heat-space-heating-glass-interior/concept>
- [40] Pistesarjat Oy, Kiinteistön kaapeliratkaisut, 34 Sulanapidon ja lämmityksen tuotteet. 2012. 70 s.
- [41] Matikka, J. Hissit-Energiankulutus ja kehitys. 2013. Insinööriyö. Kone- ja tuotantotekniikka. Energia- ja ympäristötekniikka. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Helsinki. 49 s. + liit. 8 s.
- [42] Patrão C., Fong J., Rivet L., de Almeida A. Energy efficient elevators and escalators. ECEE 2009 Summer study. 11 p.
- [43] KONE Hissit Oy, Ratkaisut modernisointiin ja uudisrakennuksiin, KONE Automaattiliukuovet. 12 s.
- [44] Energiateollisuus, Sähkökiukaat [WWW]. [viitattu 30.10.2013] Saatavissa:  
<http://energia.fi/koti-ja-lammitys/kodin-sahkolaitteet/sahkokiukaat>
- [45] Ecomp Oy, Jätepuristimet [WWW]. [viitattu 30.10.2013] Saatavissa:  
<http://www.ecomp.fi/suomi/tuotteet/jatepuristimet/>
- [46] Laatuantenni Oy Ammattielektroniikka, Tuotteet [WWW]. [viitattu 17.7.2013] Saatavissa: <http://www.laatuantenni.fi/tuotteet/>
- [47] BOSCH Security Systems, Public Address Products, Databook. Elokuu 2011. Netherlands. 395 p.
- [48] Panasonic, Tuotteet [WWW]. [viitattu 18.9.2013] Saatavissa:  
<http://www.panasonic.com/fi/consumer.html>
- [49] Alarotu, M., TamCent Oy, puhelinkeskustelu [25.10.2013]
- [50] Friedland By Honeywell, Friedland Chimes Catalogue. Tammikuu 2013. United Kingdom. 32 p.

- [51] ELKO, Asennuskalusteet [WWW]. [viitattu 21.10.2013] Saatavissa:  
[http://www.elko.fi/wsp/elko2\\_fin/frontend.cgi?template=produkter1&l1exp=1635&func\\_id=1001](http://www.elko.fi/wsp/elko2_fin/frontend.cgi?template=produkter1&l1exp=1635&func_id=1001)
- [52] Roto, A., Im Intermarketing, sähköpostiviesti [23.10.2013]
- [53] ABB Oy, DIN-kiskoiset muuntajat, Yleiskäyttöiset TS-C-suojajännitemuuntajat [WWW]. [viitattu 16.9.2014] Saatavissa:  
[http://www.asennustuotteet.fi/documents/datasheet/TS25-12-24Cg-FI\\_DS1.pdf](http://www.asennustuotteet.fi/documents/datasheet/TS25-12-24Cg-FI_DS1.pdf)
- [54] Bodet, Clocks & Clock Systems [WWW]. [viitattu 7.1.2014] Saatavissa:  
<http://www.bodet.co.uk/clock-systems/select-a-clock.html>
- [55] Schneider Electric, Oy Esmi Ab, Asennus- ja teletarvikkeet, Tuoteluettelo. 2006. Espoo. 16 s.
- [56] Attig-Schauer GmbH, Scoreboards [WWW]. [viitattu 7.1.2014] Saatavissa:  
<http://www.mattig-schauer.at/en/clocks-clock-systems/scoreboards.html>
- [57] Fidelix Oy, Tuotteet [WWW]. [viitattu 26.1.2015] Saatavissa:  
<http://www.fidelix.fi/tuotteet/>
- [58] Exilight Oy, Tuotteet [WWW]. [viitattu 16.7.2013] Saatavissa:  
<http://www.exilight.fi/exilight2.php>
- [59] Teknoware Oy, Turvavalaistus, Tuotteet [WWW]. [viitattu 16.7.2013] Saatavissa: <http://www.teknoware.fi/fi/turvavalaistus/tuotteet>
- [60] Oy Neptolux Ab, Tuotteet [WWW]. [viitattu 16.7.2013] Saatavissa:  
<http://www.neptolux.fi/tuotteet/>
- [61] ABLOY, Tuotteet [WWW]. [viitattu 21.10.2013] Saatavissa:  
<http://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/Tuotteet/>
- [62] Oy Hedengren Security Ab, HHL hälytysjärjestelmä, Asennus. 72 s.
- [63] BOSCH Security Systems, Tuotteet, Video [WWW]. [viitattu 19.7.2013] Saatavissa:  
[http://nordics.boschsecurity.com/fi/nordics\\_product/02\\_products\\_12/st\\_bu\\_f\\_277305\\_emea\\_catalog\\_prod\\_nordics/st\\_bu\\_p\\_277305\\_emea\\_catalog\\_prod\\_nordics\\_277305](http://nordics.boschsecurity.com/fi/nordics_product/02_products_12/st_bu_f_277305_emea_catalog_prod_nordics/st_bu_p_277305_emea_catalog_prod_nordics_277305)
- [64] Videotec, Products [WWW]. [viitattu 21.10.2013] Saatavissa:  
[http://www.videotec.com/en/page\\_102.html](http://www.videotec.com/en/page_102.html)

- [65] Celotron Oy, Tuotteet [WWW]. [viitattu 21.10.2013] Saatavissa:  
<http://www.celotron.com/#>
- [66] Oy Hedengren Security Ab, Tuotekuvasto 2013. 2013. 199 s.
- [67] Autronica Fire & Security, Products [WWW]. [viitattu 10.9.2013] Saatavissa:  
<http://www.autronicafire.com/Products/Pages/AutronicaProducts.aspx>
- [68] BL-Palontorjunta Oy, Tuotteet [WWW]. [viitattu 10.9.2013] Saatavissa:  
<http://www.icas.fi/tuotteet.htm>
- [69] FSM Group Oy, [WWW]. [viitattu 10.9.2013, 30.12.2014] Saatavissa:  
<http://www.fsm.fi/tuotteet>
- [70] Kera Group Oy, Savunpoistokeskukset [WWW]. [viitattu 10.9.2013]  
Saatavissa: <http://www.keravent.fi/index.php?id=20>
- [71] Mäkitalo, M., EleMa Oy, sähköpostiviesti [9.1.2014]
- [72] Lemmetty, J., MESVAC Oy, sähköpostiviesti [23.10.2013]
- [73] Optoma Europe Ltd., Projectors [WWW]. [viitattu 22.7.2013] Saatavissa:  
<http://www.optoma.co.uk/allprojectors>
- [74] Samsung, Tuotteet [WWW]. [viitattu 22.7.2013] Saatavissa:  
<http://www.samsung.com/fi/consumer/tv-home-theatre/set-top-box/>
- [75] Somfy, Valkokankaat [WWW]. [viitattu 23.10.2013] Saatavissa:  
<http://www.somfy.fi/home/tutustu/tuotteet/valkokankaat.html>
- [76] Genelec Oy, Tuotteet [WWW]. [viitattu 22.7.2013] Saatavissa:  
<http://www.genelec.fi/tuotteet/>
- [77] Univox by Edin, Products [WWW]. [viitattu 22.7.2013] Saatavissa:  
<http://www.univox.eu/products>
- [78] Sennheiser, Audio Distribution Network, Käyttöohje. 2011. 169 p.



# LIITE 1: S2010-SÄHKÖNIMIKKEISTÖ

## S SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT

### **S1 Asennus- ja apujärjestelmät**

- S110 Kaapelihyllyjärjestelmä
- S120 Johtokanavajärjestelmä
- S130 Lattiakanavajärjestelmä ja lattia-kotelot
- S140 Ripustusjärjestelmä
- S150 Läpiviennit
- S160 Yhteiskäyttöiset putkitusjärjestelmät ja kaapelikaivot
- S170 Esitystekniikan apujärjestelmät

### **S2 Sähkönjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset**

#### ***S21 Sähköenergian liittäminen ja tuotanto***

- S211 Sähköliittymä
- S212 Sähkön tuotantojärjestelmät ja -laitteistot

#### ***S22 Sähköenergian pääjakelu***

- S221 Keskijännitejakelujärjestelmä
- S222 Pääjakelujärjestelmä

#### ***S23 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys***

- S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys
- S232 LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys
- S233 Käyttäjän laitteiden ja -laitteistojen sähköistys

#### ***S24 Sähkönliitännäjärjestelmät***

- S241 Pistorasiat
- S242 Kosketinkiskojärjestelmä
- S243 Jakelukiskojärjestelmä
- S244 Pistorasiapylväät

- S245 Autolämmityspistorasiat

- S246 Pistorasiakeskukset

- S247 Liitin- ja johtosarjajärjestelmä

#### ***S25 Valaistusjärjestelmät***

- S251 Sisävalaistusjärjestelmä
- S252 Ulkovalaistusjärjestelmä
- S253 Aluevalaistusjärjestelmä
- S254 Julkisivuvalaistusjärjestelmä
- S255 Mainosvalaistusjärjestelmä
- S256 Esitysvalaistusjärjestelmä

#### ***S26 Sähkölämmitysjärjestelmä***

- S261 Rakennuksen sähkölämmitysjärjestelmä
- S262 Lattialämmitykset
- S263 Sähkölämmitteiset ikkunat
- S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset
- S265 Putkistojen saattolämmitykset
- S266 Alueiden sulanapidot

### **S3 Tuotantolaitteiden sähkönjakelu ja sähköistys**

#### ***S31 Tuotantolaitteiden sähköenergian liittäminen ja tuotanto***

#### ***S32 Tuotantolaitteiden sähköenergian pääjakelu***

- S321 Keskijännitejakelujärjestelmä
- S322 Pääjakelujärjestelmä

#### ***S33 Tuotantolaitteiden sähköistys***

- S333 Tuotantolaitteiden ja -laitteistojen sähköistys

#### ***S34 Tuotantolaitteiden sähköliitännäjärjestelmät***

- S341 Pistorasiat

S343 Jakelukiskojärjestelmä

**S35 Tuotannolliset valaistukset**

S351 Valaistukset

**S36 Tuotannolliset lämmitykset**

S361 Lämmitykset

**S4 Varavoimajärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset**

**S41 Varavoiman tuotanto**

S412 Varavoiman tuotantojärjestelmät ja -laitteistot

**S42 Varavoiman pääjakelu**

S422 Pääjakelujärjestelmä

**S43 Varavoimaan liitettyjen laitteiden ja laitteistojen sähköistys**

S431 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys

**S44 Varavoimaan liitetyt sähköliitäntäjärjestelmät**

S441 Pistorasiat

**S45 Varavoimaan liitetyt valaistusjärjestelmät**

S451 Valaistukset

**S46 Varavoimaan liitetyt lämmitysjärjestelmät**

S461 Lämmitykset

**S5 UPS-jakelujärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset**

**S51 UPS-jakelun tuotantojärjestelmät ja laitteistot**

S512 UPS-laitteet ja -laitteistot

**S52 UPS-pääjakelu**

S522 Pääjakelujärjestelmä

**S53 UPS-jakeluun liitetyt sähköliitäntäjärjestelmät**

S531 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys

**S54 UPS-jakeluun liitetyt sähköliitäntäjärjestelmät**

S541 Pistorasiat

**S55 UPS-jakeluun liitetyt valaistusjärjestelmät**

S551 Valaistukset

**S6 Turvavalaisusjärjestelmä**

**S61 Poistumisvalaistus**

S610 Poistumisvalaistusjärjestelmä

**S62 Varavalaisus**

S620 Varavalaisusjärjestelmä

**S63 Hätävalaistus**

S630 Hätävalaistusjärjestelmä

**S7 Muut järjestelmät**

S710 Ukkossuojausjärjestelmä

S720 Häiriötön potentiaalintasausjärjestelmä

## T TIETOTEKNISET JÄRJESTELMÄT

### **T1 Tietoverkko- ja viestintäjärjestelmät**

- T110 Antennijärjestelmä
- T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä
- T130 Yleiskaapelointijärjestelmä
- T140 Puhelinjärjestelmä
- T150 Ovipuhelinjärjestelmä
- T160 Lähiverkkojärjestelmä

### **T2 Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät**

- T210 AV-järjestelmä
- T220 Kuvanesitysjärjestelmä
- T230 Esitysäänentoistojärjestelmä
- T240 Kuulolaitejärjestelmä
- T250 Konferenssijärjestelmä
- T260 Videoneuvottelujärjestelmä

### **T3 Merkinanto- ja kutsujärjestelmät**

- T310 Ovikellojärjestelmä
- T320 Varattuvalojärjestelmä
- T330 Sisäänpyyntöjärjestelmä
- T340 Avunpyyntöjärjestelmä
- T350 Kutsujärjestelmä
- T360 Vuoronumerojärjestelmä
- T370 Hoitajakutsujärjestelmä

### **T4 Tiedotus- ja näyttöjärjestelmä**

- T410 Ajannäyttöjärjestelmä
- T420 Informaatiojärjestelmä
- T430 Opastevalojärjestelmä
- T440 Säätilannäyttöjärjestelmä
- T450 Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmä

### **T5 Tila- ja henkilöturvallisuusjärjestelmät**

- T510 Sähkölukitusjärjestelmä
- T520 Kulunvalvontajärjestelmä
- T530 Murtoilmaisujärjestelmä
- T540 Ryöstöilmaisujärjestelmä
- T550 Kameravalvontajärjestelmä
- T560 Monivalvontajärjestelmä
- T570 Henkilöturvallisuusjärjestelmä
- T580 Paikannusjärjestelmä

### **T6 Paloturvallisuusjärjestelmät**

- T610 Paloilmoitinjärjestelmä
- T620 Palovaroitinjärjestelmä
- T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä
- T640 Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmä
- T650 Savusulkujärjestelmä
- T660 Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmä
- T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä

### **T7 Viranomaisjärjestelmät**

- T710 Viranomaisviestijärjestelmä
- T720 Väestönsuojeluhälyttimet

### **T8 Automaatio- ja mittausjärjestelmät**

- T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä
- T820 Tuotannon automaatiojärjestelmä
- T830 Käyttöveden mittausjärjestelmä
- T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä
- T850 Lämmön mittausjärjestelmä

## LIITE 2: S2010-SÄHKÖNIMIKKEISTÖN SÄHKÖ-LAITTEIDEN TEHOT JA KÄYTTÖAJAT

Järjestelmä/sähkölaite	Sähkölaitteen teho	Käyttö-aika vuodes-sa	Lisätietoja
<i>S110 Kaapelihyllyjärjestelmä</i>			<i>Ei sähköenergian kulutusta</i>
<i>S120 Johtokanavajärjestelmä</i>			<i>Ei sähköenergian kulutusta</i>
<i>S130 Lattiakanavajärjestelmä ja lattiakotelot</i>			<i>Ei sähköenergian kulutusta</i>
<i>S140 Ripustusjärjestelmä</i>			<i>Ei sähköenergian kulutusta</i>
<i>S150 Läpiviennit</i>			<i>Ei sähköenergian kulutusta</i>
<i>S160 Yhteiskäyttöiset putkijärjestelmät ja kaapelikaivot</i>			<i>Ei sähköenergian kulutusta</i>
<i>S170 Esitystekniikan apujärjestelmät</i>			<i>Ei sähköenergian kulutusta</i>
<i>S211 Sähköliittymä</i>			<i>Ei sähköenergian kulutusta</i>
<i>S212 Sähkön tuotantojärjestelmät ja -laitteistot</i>			<i>Ei sähköenergian kulutusta</i>
<i>S221 Keskijännitejakelujärjestelmä</i>			
Kuivamuuntaja			
Kuormitushäviöt	9400,0 W	8760 h	Nimelliskuormalla
Tyhjäkäyntihäviöt	2000,0 W	8760 h	
Öljyeristeinen muuntaja			
Kuormitushäviöt	7000,0 W	8760 h	Nimelliskuormalla
Tyhjäkäyntihäviöt	930,0 W	8760 h	
Valuhartsieristeinen muuntaja			
Kuormitushäviöt	9400,0 W	8760 h	Nimelliskuormalla
Tyhjäkäyntihäviöt	2000,0 W	8760 h	
20kV:n kojeiston kenno	24,0 W	8760 h	
Ohjauslaitteet			
Kuormanerotin	1500,0 W	2 s	Toiminta
Kuormanerotin	2500,0 W	30 s	Käynnistyspiikki
Katkaisijan viritysmoottori	2000,0 W	80 s	Toiminta
Katkaisijan viritysmoottori	6000,0 W	2 s	Käynnistyspiikki
Katkaisijan ohjauskela	15,0 W	80 s	Toiminta
Katkaisijan ohjauskela	700,0 W	1,5 s	Käynnistyspiikki
Suojarele	5,0 W	8759 h	Lepotila
Suojarele	130,0 W	20 s	Käynnistys
Jännitemuuntaja	2,0 W	8760 h	
Virtamuuntaja	2,0 W	8760 h	
<i>S222 Pääjakelujärjestelmä</i>			
Sähköpääkeskus $I_{n,spk} = 1250$ A	1090,0 W	8760 h	
Sähköpääkeskus $I_{n,spk} = 1000$ A	850,0 W	8760 h	

Sähköpääkeskus $I_{n,spk} = 250$ A	150,0 W	8760 h	
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 250$ A	550,0 W	8760 h	
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 125$ A	350,0 W	8760 h	
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 63$ A	200,0 W	8760 h	
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 25$ A	100,0 W	8760 h	
<i>S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys</i>			
Hissi	277,0 W	8760 h	
Liukuporras	1312,0 W	4212 h	
Sähkötoiminen ovi	80,0 W	4212 h	Liukuovi
Sähkökuias	1000,0 W/m <sup>3</sup>	1456 h	
Jätepuristin	7500,0 W	52 h	
<i>S232 LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys</i>			
LVI-sähkökeskus $I_{n,kes,lvi} = 250$ A	1900,0 W	8760 h	
LVI-sähkökeskus $I_{n,kes,lvi} = 125$ A	1600,0 W	8760 h	
LVI-sähkökeskus $I_{n,kes,lvi} = 63$ A	900,0 W	8760 h	
Ilmanvaihtolaitteet	4,4 W/m <sup>2</sup>	8760 h	
Jäähdytyslaitteet	21,2 W/m <sup>2</sup>	2108 h	
Lämmityslaitteet	1,4 W/m <sup>2</sup>	6652 h	
<i>S233 Käyttäjän laitteiden ja laitteistojen sähköistys</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>S241 Pistorasiat</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>S242 Kosketinkiskojärjestelmä</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>S243 Jakelukiskojärjestelmä</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>S244 Pistorasiapylväät</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>S245 Autolämmityspistorasiat</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>S246 Pistorasiakeskukset</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>S247 Liitin- ja johtosarjajärjestelmä</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>S251 Sisävalaistusjärjestelmä</i>			
Asunto	8,4 W/m <sup>2</sup>	2860 h	
<i>Yleisvalaistus</i>			
Yhteiskäyttöinen tila	8,0 W/m <sup>2</sup>	2860 h	
Myymälätila	20,0 W/m <sup>2</sup>	2860 h	
Sosiaalitilat	64,0 W/m <sup>2</sup>	2860 h	
Autohalli	3,5 W/m <sup>2</sup>	2860 h	
<i>Työskentelyvalaistus</i>			
Avotoimisto	20,0 W/m <sup>2</sup>	2860 h	
Toimistohuone	20,0 W/m <sup>2</sup>	2860 h	
Neuvotteluhuone	20,0 W/m <sup>2</sup>	2860 h	
<i>Kulkuvalaistus</i>			
Käytävä	4,0 W/m <sup>2</sup>	2860 h	
<i>Valonohjaus</i>			
Valonsäädin	1,0 W	8760 h	
Liiketunnistin	1,0 W	8760 h	
Läsnaolotunnistin	1,2 W	8760 h	
<i>S252 Ulkovalaistusjärjestelmä</i>			
Ulkoseinävalaisin	35,0 W	4314 h	
Ulkokatosvalaisin	35,0 W	4314 h	
Terassivalaisin	35,0 W	4314 h	

Talonumerovalaisin	9,0 W	4314 h	
<i>Valonohjaus</i>			
Valonsäädin	1,0 W	8760 h	
Kellokytkin	1,0 W	8760 h	
Hämäräkytkin	1,0 W	8760 h	
Liiketunnistin	0,8 W	8760 h	
<i>S253 Aluevalaistusjärjestelmä</i>			
Piha valaistus	0,3 W/m <sup>2</sup>	4314 h	
<i>Valonohjaus</i>			
Liiketunnistin	0,8 W	8760 h	
Kellokytkin	1,0 W	8760 h	
Hämäräkytkin	1,0 W	8760 h	
<i>S254 Julkisivuvalaistusjärjestelmä</i>			
Valonheitin	70,0 W	4314 h	
<i>Valonohjaus</i>			
Liiketunnistin	0,8 W	8760 h	
Kellokytkin	1,0 W	8760 h	
Hämäräkytkin	1,0 W	8760 h	
<i>S255 Mainosvalaistusjärjestelmä</i>			
Mainosvalaisin loisteputki	150,0 W/m <sup>2</sup>	4314 h	
Mainosvalaisin LED	30,0 W/m <sup>2</sup>	4314 h	
<i>Valonohjaus</i>			
Kellokytkin	1,0 W	8760 h	
Hämäräkytkin	1,0 W	8760 h	
<i>S256 Esitysvalaistusjärjestelmä</i>			
Valaisin	1200,0 W	312 h	
<i>Valonohjaus</i>			
Himmennin	36719,0 W	312 h	
Ohjauspöytä	5,0 W	312 h	
<i>S261 Rakennuksen sähkölämmitys</i>			
Lämmityslaite	25,0 W/m <sup>3</sup>	6552 h	Sähköpatteri
Termostaatti	2,0 W	6552 h	
<i>S262 Lattialämmitykset</i>			
Lattialämmityskaapeli	20,0 W/m	8760 h	
Lattialämmityselementti	100,0 W/m <sup>2</sup>	8760 h	
Termostaatti	0,3 W	8760 h	
<i>S263 Sähkölämmitteiset ikkunat</i>			
Ikkunaelementti	200,0 W/m <sup>2</sup>	6552 h	
Termostaatti	2,0 W	6552 h	
<i>S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset</i>			
Lämmityskaapeli	28,0 W/m	6552 h	
Termostaatti	0,9 W	6552 h	
<i>S265 Putkistojen saattolämmitykset</i>			
Lämmityskaapeli	20,0 W/m	6552 h	
Termostaatti	0,9 W	6552 h	
<i>S266 Alueiden sulanapidot</i>			
Lämmityskaapeli	90,0 W/m	6552 h	

Lämmityselementti	300,0 W/m <sup>2</sup>	6552 h	
Termostaatti	0,9 W	6552 h	
S31 Tuotantolaitteiden sähköenergian liittäminen ja tuotanto			Ei sähköenergian kulutusta
S321 Keskiännitejakelujärjestelmä			Ei sähköenergian kulutusta
S322 Pääjakelujärjestelmä			Ei sähköenergian kulutusta
S333 Tuotantolaitteiden ja -laitteistojen sähköistys			Ei sähköenergian kulutusta
S341 Pistorasiat			Ei sähköenergian kulutusta
S343 Jakelukiskojärjestelmä			Ei sähköenergian kulutusta
S351 Valaistukset			Ei sähköenergian kulutusta
S361 Lämmitykset			Ei sähköenergian kulutusta
S412 Varavoiman tuotantojärjestelmät ja -laitteistot			Ei sähköenergian kulutusta
S422 Pääjakelujärjestelmä			Ei sähköenergian kulutusta
S431 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys			Ei sähköenergian kulutusta
S441 Pistorasiat			Ei sähköenergian kulutusta
S451 Valaistukset			Ei sähköenergian kulutusta
S461 Lämmitykset			Ei sähköenergian kulutusta
S512 UPS-laitteet ja – laitteistot			
UPS-laite	1017,0 W	8760 h	
S522 Pääjakelujärjestelmä			Ei sähköenergian kulutusta
S531 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys			Ei sähköenergian kulutusta
S541 Pistorasiat			Ei sähköenergian kulutusta
S551 Valaistukset			Ei sähköenergian kulutusta
S610 Poistumisvalaistusjärjestelmä			
Keskus	1405,0 W	8760 h	
Opastevalaisin (230 VAC)	5,5 W	8760 h	
Opastevalaisin (24 VDC)	0,2 W	8760 h	
Turvavalaisin (24 VDC)	0,4 W	5 h	
S620 Varavalaistusjärjestelmä			Rajattu ulkopuolelle
S630 Hätävalaistusjärjestelmä			Rajattu ulkopuolelle
S710 Ukkossuojausjärjestelmä			Ei sähköenergian kulutusta
S720 Häiriötön potentiaalintasausjärjestelmä			Ei sähköenergian kulutusta
T110 Antennijärjestelmä			
Vahvistin	25,0 W	8760 h	
T120 Äänentoisto- ja kuulutusjärjestelmä			
Vahvistin	530,0 W	4212 h	
Äänilähdelaitte	18,0 W	4212 h	
T130 Yleiskaapelointijärjestelmä			
Jakamo	0,4 W/m <sup>2</sup>	8760 h	
T140 Puhelinjärjestelmä			Sis. järjestelmään T130
T150 Ovipuhelinjärjestelmä			
Keskuslaitteisto	15,0 W	8760 h	Ei videokuvaa
Keskuslaitteisto	25,0 W	8760 h	Videokuvalla
Ovipuhelin	0,6 W	8760 h	
Ovitaulu	1,2 W	8760 h	
T160 Lähiverkkojärjestelmä			Sis. järjestelmään T130
T210 AV-järjestelmä			
Kuvanesityslaitte			Sis. järjestelmään T220

<i>Esitysäänentoistolaite</i>			<i>Sis. järjestelmään T230</i>
<i>Kuulolaite</i>			<i>Sis. järjestelmään T240</i>
<i>T220 Kuvanesitysjärjestelmä</i>			
Dataprojektori	440,0 W	1560 h	
Digibox	25,0 W	1560 h	
Tietokone	23,0 W	1560 h	
Televisio	190,0 W	1560 h	Plasma-TV
Valkokangas	290,0 W	31 h	Sähkötoiminen
<i>T230 Esitysäänentoistojärjestelmä</i>			
Vahvistin	530,0 W	312 h	
Äänilähdelaitte	18,0 W	312 h	
Ohjauslaite	170,0 W	312 h	
Kaiutin	15,0 W	312 h	
<i>T240 Kuulolaitejärjestelmä</i>			
Induktiosilmukavahvistin	700,0 W	312 h	
Infrapunälähetin	180,0 W	312 h	
<i>T250 Konferenssijärjestelmä</i>			
Keskusyksikkö	245,0 W	312 h	
Virtalähde	385,0 W	312 h	
Puheenjohtajalaite	2,0 W	312 h	
Osanottajalaite	2,0 W	312 h	
<i>T260 Videoneuvottelujärjestelmä</i>			
Keskuslaite	75,4 W	312 h	
Äänentoistolaite	7,6 W	312 h	
Kamera	20,0 W	312 h	
Kuvanesityslaite	75,4 W	312 h	
<i>T310 Ovikellojärjestelmä</i>			
Muuntaja	4,0 W	8760 h	
Ovikello	6,0 W	8760 h	
Ovikello (230 VAC)	15,0 W	8760 h	
Painike	1,2 W	8760 h	
<i>T320 Varattuvalojärjestelmä</i>			
Muuntajan tehohäviö	5,0 W	8760 h	
Merkkivalo	1,7 W	312 h	
Merkkivalo (230 VAC)	4,6 W	312 h	
Kytin	0,3 W	8760 h	
Kytin (230 VAC)	0,3 W	8760 h	
<i>T330 Sisäänpyyntöjärjestelmä</i>			
Muuntajan tehohäviö	5,0 W	8760 h	
Ovikoje	2,1 W	8760 h	
Huonekoje	1,8 W	8760 h	
<i>T340 Avunpyyntöjärjestelmä</i>			
Muuntajan tehohäviö	5,0 W	8760 h	
Valvontakoje	3,1 W	4,5 h	Hälytystila
Valvontakoje	0,1 W	8756 h	Lepotila
Hälytin	1,7 W	4,5 h	
Painike	0,6 W	8760 h	



Vetopainike	0,6 W	8760 h	
<i>T350 Kutsujärjestelmä</i>			
Muuntajan tehohäviö	5,0 W	8760 h	
Kutsupainike	0,6 W	8760 h	
Kutsun kuittaus painike	3,1 W	4,5 h	Hälytystila
Kutsun kuittaus painike	0,1 W	8756 h	Lepotila
Merkinantonäyttö	0,6 W	4,5 h	
Hälytin	1,7 W	4,5 h	
<i>T360 Vuoronumerojärjestelmä</i>			
Näyttötäulu	5,5 W	4212 h	
Lippuautomaatti	6,0 W	4202 h	Lepotila
Lippuautomaatti	106,0 W	10 h	Tulostustila
<i>T370 Hoitajakutsujärjestelmä</i>			
Muuntajan tehohäviö	5,0 W	8760 h	
Summeri	0,6 W	61 h	
Merkkivalo	1,7 W	61 h	
Valvontakoje	3,1 W	61 h	Hälytystila
Valvontakoje	0,1 W	8699 h	Lepotila
Painike	0,6 W	8760 h	
Hälytin	1,7 W	61 h	
<i>T410 Ajannäyttöjärjestelmä</i>			
Pääkello	35,0 W	8760 h	
Impulssivahvistin	3,7 W	8760 h	
Sivukello	1,7 W	8760 h	
Sivukello	51,0 W	8760 h	Valaistu
Ajannäyttölaite	15,0 W	8760 h	Digikello
<i>T420 Informaatiopalvelujärjestelmä</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>T430 Opastevalojärjestelmä</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>T440 Säätilannäyttöjärjestelmä</i>	200,0 W	8760 h	
<i>T450 Ajanotto- ja tulospalvelujärjestelmä</i>			
Tulostaulu	325,0 W	256 h	
<i>T510 Sähkölukitusjärjestelmä</i>			
Sähkölukko ja -salpa	6,5 W	8760 h	
<i>T520 Kulunvalvontajärjestelmä</i>			
Keskus	150,0 W	8760 h	
Käyttölaite (15 VDC)	0,9 W	8760 h	
Kulunvalvontalukija (12 VDC)	2,0 W	8760 h	
Työaikapääte	4,8 W	8760 h	
<i>T530 Murtoilmaisujärjestelmä</i>			
Keskus	150,0 W	8760 h	
Käyttölaite (15 VDC)	0,9 W	8760 h	
Magneettikosketin (50 VDC)	25,0 W	8760 h	
Liiketunnistin (14,5 VDC)	0,3 W	8760 h	
Lasinrikkoilmaisoin (16 VDC)	0,6 W	8760 h	
Runkoääni-ilmaisoin (15 VDC)	0,1 W	8760 h	
<i>T540 Ryöstöilmaisujärjestelmä</i>			
Keskus	150,0 W	8760 h	

Ryöstöpainike (12 VDC)	6,0 W	8760 h	
Paikallishälytin (14,5 VDC)	1,5 W	8760 h	
<i>T550 Kameravalvontajärjestelmä</i>			
Keskuslaite	24,0 W	8760 h	
Tallennin	250,0 W	8760 h	
Monitori	40,0 W	8760 h	
Valvontakamera	7,5 W	8760 h	
<i>T560 Monivalvontajärjestelmä</i>			
Keskus	5,5 W	5 h	Hälytystila
Keskus	2,1 W	8755 h	Lepotila
Käyttölaite (15 VDC)	0,9 W	8760 h	
Paloilmaisoin (27 VDC)	0,2 W	8760 h	
Liiketunnistin (14,5 VDC)	0,3 W	8760 h	
Magneettikosketin (50 VDC)	25,0 W	8760 h	
Hälytin (14,5 VDC)	1,5 W	8760 h	
<i>T570 Henkilöturvallisuusjärjestelmä</i>			
Muuntajan häviöteho	5,0 W	8760 h	
Summeri	0,6 W	4,5 h	
Painike	0,6 W	8760 h	
Merkkivalo	1,7 W	4,5 h	
Hälytin	1,7 W	4,5 h	
Valvontakoje	3,1 W	4,5 h	Hälytystila
Valvontakoje	0,1 W	8756 h	Lepotila
<i>T580 Paikannusjärjestelmä</i>			
Keskuslaite	12,0 W	8760 h	
<i>T610 Paloilmoitinjärjestelmä</i>			
Paloilmoitinkeskus	6,6 W	8760 h	
Virtalähde	437,0 W	8760 h	
Paloilmaisoin (27 VDC)	0,2 W	8760 h	
Palopainike (27 VDC)	0,2 W	8760 h	
Palokello (27 VDC)	0,6 W	8760 h	
Sireeni (40 VDC)	0,2 W	8760 h	
Merkkilamppu (12 VDC)	0,1 W	8760 h	
Ohjausyksikkö (27 VDC)	8,1 W	8760 h	
Osoiteyksikkö (27 VDC)	8,1 W	8760 h	
<i>T620 Palovaroitinjärjestelmä</i>			
Palovaroitinkeskus	207,0 W	8760 h	
Palovaroitin	9,2 W	8760 h	
<i>T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä</i>			
Keskus	240,0 W	8760 h	
Savunpoistopuhallin (400 VAC)	4000,0 W	5 h	
Savunpoistopainike (24 VDC)	72,0 W	8760 h	
Savunpoistoluukku (24 VDC)	72,0 W	5 h	
Savunpoistoikkuna (24 VDC)	72,0 W	5 h	
<i>T640 Palopeltien ohjaus- ja valvontajärjestelmä</i>			
Keskus	55,0 W	8760 h	
<i>T650 Savusulkujärjestelmä</i>			

Savusulkulaite	205,0 W	0,08 h	Savuverho
<i>T660 Palo-ovien ohjaus- ja valvontajärjestelmä</i>			
Laukaisukeskus	46,0 W	8760 h	
Ovien aukipito- tai sulkulaite	2,2 W	8760 h	
<i>T670 Poistumishälytys- ja turvakuulutusjärjestelmä</i>			
Vahvistinkeskus	394,0 W	5 h	Hälytystila
Vahvistinkeskus	18,0 W	8755 h	Lepotila
Kaiutin	6,0 W	5 h	Hälytystila
Kuulutusköje	4,4 W	5 h	Hälytystila
<i>T710 Viranomaisviestijärjestelmä</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>T720 Väestönsuojahälyttimet</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä</i>			
Alakeskus	345,0 W	8760 h	
<i>T820 Tuotannon automaatiojärjestelmä</i>			<i>Ei sähköenergian kulutusta</i>
<i>T830 Käyttöveden mittausjärjestelmä</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>
<i>T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä</i>			
Mittari	5,0 W	8760 h	
<i>T850 Lämmön mittausjärjestelmä</i>			<i>Rajattu ulkopuolelle</i>

## LIITE 3: LIIKE- JA TOIMISTOKIIINTEISTÖN SÄHKÖLAITTEIDEN TEHOT JA KÄYTTÖAJAT

Järjestelmä/sähkölaite	Sähkölaitteen lukumäärä	Sähkölaitteen teho	Käyttöaika vuodessa	Lisätietoja
<i>S222 Pääjakelujärjestelmä</i>				
Sähköpääkeskus $I_{n,spk} = 1000$ A	1 kpl	850,0 W	8760 h	
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 250$ A	6 kpl	550,0 W	8760 h	
Sähköpääkeskus $I_{n,kes} = 63$ A	25 kpl	200,0 W	8760 h	
Sähköpääkeskus $I_{n,kes} = 25$ A	1 kpl	100,0 W	8760 h	
<i>S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys</i>				
Hissi	3 kpl	277,0 W	8760 h	
<i>S232 LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys</i>				
LVI-sähkökeskus $I_{n,kes,lvi} = 250$ A	1 kpl	5124,0 W	8760 h	
Ilmanvaihtolaitteet	7530 m <sup>2</sup>	4,4 W	8760 h	
Jäähdytyslaitteet	7530 m <sup>2</sup>	21,2 W	2108 h	
Lämmityslaitteet	7530 m <sup>2</sup>	1,4 W	6652 h	
<i>S251 Sisävalaistusjärjestelmä</i>				
<i>Yleisvalaistus</i>				
Yhteiskäyttöinen tila	1168 m <sup>2</sup>	8,0 W	2860 h	
Sosiaalitilat	162 m <sup>2</sup>	64,0 W	2860 h	
Autohalli	1087 m <sup>2</sup>	3,5 W	2860 h	
<i>Työskentelyvalaistus</i>				
Avotoimisto	1972 m <sup>2</sup>	20,0 W	2860 h	
Toimistohuone	852 m <sup>2</sup>	20,0 W	2860 h	
Neuvotteluhuone	1242 m <sup>2</sup>	20,0 W	2860 h	
<i>Kulkuvalaistus</i>				
Käytävä	387 m <sup>2</sup>	4,0 W	2860 h	
<i>Valonohjaus</i>				
Valonsäädin	132 kpl	1,0 W	8760 h	
Liiketunnistin	212 kpl	1,0 W	8760 h	
Läsnäolotunnistin	54 kpl	1,2 W	8760 h	
<i>S252 Ulkovalaistusjärjestelmä</i>				
Ulkoseinävalaisin	8 kpl	35,0 W	4314 h	
Ulkokatosvalaisin	5 kpl	35,0 W	4314 h	
Talonumerovalaisin	2 kpl	9,0 W	4314 h	
<i>Valonohjaus</i>				
Kellokytkin	3 kpl	1,0 W	8760 h	
<i>S254 Julkisivuvalaistusjärjestelmä</i>				

Valonheitin	3 kpl	70,0 W	4314 h	
<i>Valonohjaus</i>				
Kellokytkin	1 kpl	1,0 W	8760 h	
<i>S255 Mainosvalaistusjärjestelmä</i>				
Mainosvalaisin loisteputki	17 m <sup>2</sup>	150,0 W	4314 h	
<i>Valonohjaus</i>				
Kellokytkin	1 kpl	1,0 W	8760 h	
<i>S264 Sadevesijärjestelmien lämmitykset</i>				
Lämmityskaapeli	205 m	28,0 W	6552 h	
Termostaatti	1 kpl	0,9 W	6552 h	
<i>S265 Putkistojen saattolämmitykset</i>				
Lämmityskaapeli	455 m	20,0 W	6552 h	
Termostaatti	1 kpl	0,9 W	6552 h	
<i>S512 UPS-laitteet ja -laitteistot</i>				
UPS-laite	24 kpl	1017,0 W	8760 h	
<i>S610 Poistumisvalaistusjärjestelmä</i>				
Keskus	1 kpl	1405,0 W	8760 h	
Opastevalaisin	94 kpl	0,2 W	8760 h	
Turvavalaisin	146 kpl	0,4 W	5 h	
<i>T110 Antennijärjestelmä</i>				
Vahvistin	1 kpl	25,0 W	8760 h	
<i>T130 Yleiskaapelointijärjestelmä</i>				
Jakamo	9415 m <sup>2</sup>	0,4 W	8760 h	
<i>T150 Ovipuhelinjärjestelmä</i>				
Keskuslaitteisto	1 kpl	25,0 W	8760 h	
Ovipuhelin	30 kpl	0,6 W	8760 h	
Ovitaulu	3 kpl	1,2 W	8760 h	
<i>T220 Kuvanesitysjärjestelmä</i>				
Dataprojektori	42 kpl	440,0 W	1560 h	
Tietokone	42 kpl	23,0 W	1560 h	
Televisio	12 kpl	190,0 W	1560 h	
<i>T260 Videoneuvottelujärjestelmä</i>				
Keskuslaite	54 kpl	75,4 W	312 h	
Äänentoistolaite	54 kpl	7,6 W	312 h	
Kamera	54 kpl	20,0 W	312 h	
<i>T310 Ovikellojärjestelmä</i>				
Ovikello	24 kpl	15,0 W	8760 h	
Painike	24 kpl	1,2 W	8760 h	
<i>T320 Varattuvalojärjestelmä</i>				
Merkkivalo (230 VAC)	54 kpl	4,6 W	312 h	
Kytkin (230 VAC)	54 kpl	0,3 W	8760 h	
<i>T340 Avunpyyntöjärjestelmä</i>				
Muuntajan tehohäviö	24 kpl	5,0 W	8760 h	
Valvontakoje	24 kpl	3,1 W	4,5 h	Hälytystila
Valvontakoje	24 kpl	0,1 W	8756 h	Lepotila
Hälytin	24 kpl	1,7 W	4,5 h	
Painike	24 kpl	0,6 W	8760 h	

Vetopainike	24 kpl	0,6 W	8760 h	
<i>T410 Ajannäyttöjärjestelmä</i>				
Pääkello	1 kpl	35,0 W	8760 h	
Impulssivahvistin	1 kpl	3,7 W	8760 h	
Sivukello	6 kpl	1,7 W	8760 h	
<i>T510 Sähkölukitusjärjestelmä</i>				
Sähkölukko ja -salpa	15 kpl	6,5 W	8760 h	
<i>T520 Kulunvalvontajärjestelmä</i>				
Keskus	1 kpl	150,0 W	8760 h	
Kulunvalvontalukija	24 kpl	2,0 W	8760 h	
<i>T530 Murtoilmaisujärjestelmä</i>				
Keskus	1 kpl	150,0 W	8760 h	
Käyttölaite	24 kpl	0,9 W	8760 h	
Magneettikosketin	63 kpl	25,0 W	8760 h	
Liiketunnistin	24 kpl	0,3 W	8760 h	
Lasinrikkoilmaisoin	78 kpl	0,6 W	8760 h	
<i>T550 Kameravalvontajärjestelmä</i>				
Keskuslaite	1 kpl	24,0 W	8760 h	
Tallennin	1 kpl	250,0 W	8760 h	
Monitori	1 kpl	40,0 W	8760 h	
Valvontakamera	16 kpl	7,5 W	8760 h	
<i>T610 Paloilmoitinjärjestelmä</i>				
Paloilmoitinkeskus	1 kpl	6,8 W	8760 h	
Virtalähde	1 kpl	437,0 W	8760 h	
Paloilmaisoin	810 kpl	0,2 W	8760 h	
Palopainike	68 kpl	0,2 W	8760 h	
Palokello	72 kpl	0,6 W	8760 h	
Sireeni	4 kpl	0,2 W	8760 h	
Merkkilamppu	150 kpl	0,1 W	8760 h	
Osoiteyksikkö	6 kpl	8,1 W	8760 h	
<i>T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä</i>				
Keskus	1 kpl	240,0 W	8760 h	
Savunpoistopuhallin	5 kpl	4000,0 W	5 h	
Savunpoistopainike	2 kpl	72,0 W	8760 h	
Savunpoistoluukku	3 kpl	72,0 W	5 h	
<i>T650 Savusulkujärjestelmä</i>				
Keskus	1 kpl	205,0 W	8760 h	
<i>T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä</i>				
Alakeskus	2 kpl	345,0 W	8760 h	
<i>T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä</i>				
Mittari	74 kpl	5,0 W	8760 h	

## LIITE 4: ASUINKERROSTALOKIINTEISTÖN SÄHKÖLAITTEIDEN TEHOT JA KÄYTTÖAJAT

Järjestelmä/sähkölaite	Sähkölaitteen lukumäärä	Sähkölaitteen teho	Käyttöaika vuodessa
<i>S222 Pääjakelujärjestelmä</i>			
Sähköpääkeskus $I_{n,spk} = 400$ A	1 kpl	210,0 W	8760 h
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 63$ A	1 kpl	200,0 W	8760 h
Sähkökeskus $I_{n,kes} = 25$ A	40 kpl	100,0 W	8760 h
<i>S231 Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistys</i>			
Hissi	1 kpl	277,0 W	8760 h
Sähkökuias	11 m <sup>3</sup>	1000,0 W	1456 h
<i>S232 LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistys</i>			
LVI-sähkökeskus $I_{n,kes,lvi} = 63$ A	1 kpl	900,0 W	8760 h
Ilmanvaihtolaitteet	1920 m <sup>2</sup>	4,4 W	8760 h
Jäähdytyslaitteet	1920 m <sup>2</sup>	21,2 W	2108 h
Lämmityslaitteet	1920 m <sup>2</sup>	1,4 W	6652 h
<i>S251 Sisävalaistusjärjestelmä</i>			
Yhteiskäyttöinen tila	64 m <sup>2</sup>	8,0 W	2860 h
Sosiaalitilat	184 m <sup>2</sup>	64,0 W	2860 h
Asunto	1098 m <sup>2</sup>	8,4 W	2860 h
<i>Kulkuvalaistus</i>			
Käytävä	180 m <sup>2</sup>	4,0 W	2860 h
<i>Valonohjaus</i>			
Liiketunnistin	48 kpl	1,0 W	8760 h
<i>S252 Ulkovalaistusjärjestelmä</i>			
Ulkoseinävalaisin	2 kpl	35,0 W	4314 h
Ulkokatosvalaisin	2 kpl	35,0 W	4314 h
Talonnumerovalaisin	1 kpl	9,0 W	4314 h
<i>Valonohjaus</i>			
Kellokytkin	1 kpl	1,0 W	8760 h
<i>S253 Aluevalaistusjärjestelmä</i>			
Piha valaistus	2170 m <sup>2</sup>	0,3 W	4314 h
<i>S262 Lattialämmitykset</i>			
Lattialämmityskaapeli	874 m	20,0 W	8760 h
Termostaatti	41 kpl	0,3 W	8760 h
<i>T110 Antennijärjestelmä</i>			
Vahvistin	1 kpl	25,0 W	8760 h
Jakamo	1920 m <sup>2</sup>	0,4 W	8760 h
<i>T150 Ovipuhelinjärjestelmä</i>			

Keskuslaitteisto	1 kpl	15,0 W	8760 h
Ovipuhelin	39 kpl	0,6 W	8760 h
Ovitalu	1 kpl	1,2 W	8760 h
<i>T510 Sähkölukitusjärjestelmä</i>			
Sähkölukko ja -salpa	1 kpl	6,5 W	8760 h
<i>T620 Palovaroitinjärjestelmä</i>			
Palovaroitin	48 kpl	9,2 W	8760 h
<i>T630 Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä</i>			
Keskus	1 kpl	240,0 W	8760 h
Savunpoistopainike	1 kpl	72,0 W	8760 h
Savunpoistoikkuna	6 kpl	72,0 W	8760 h
<i>T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä</i>			
Alakeskus	2 kpl	345,0 W	8760 h
<i>T840 Sähköenergian mittausjärjestelmä</i>			
Mittari	32 kpl	5,0 W	8760 h